Funkschau 20

Rundfunk- und Fernsehtechnik, Elektronik, Hi-Fi, Audiovision, Mikrocomputer

51. Jahrgang
28. September
DM 3.50
ÖS 32.– sfr 3.90

Leistungsverstärker-Konzepte mit ICs
Hi-Fi-Endstufe der Klasse A+

Ein Blick ins Innenleben eines Taschenrechners
Bauanleitung: Drehzahl- und Schließwinkelmesser

ELTRO-HOBBY '79
Franzis-Verlag: Stand 230

Microcomputer:
RAM-Box als EPROM-Ersatz

Sonderhefte für den Hobby-Elektroniker

erstellt von den Redakteuren der ELO und Funkschau

Diese Sonderhefte sind eine Ergänzung zu den laufenden Ausgaben obiger Zeitschriften. Sie behandeln ausführlich und zusammengefaßt das jeweilige Thema.

Die Hefte enthalten die wichtigsten Beiträge aus diesen Jahrgängen, u. a. zahlreiche Bauanleitungen, Grundlagenbeiträge, Werkstatt-Tips und Poster.

Je Heft 128–144 Seiten, ELO-SPEZIAL 1 16.– DM, ELO-SPEZIAL 2 und 3 je 18.– DM.

ELO-Bauheft

enthält 16 ausgewählte Bauanleitungen, die es so noch nicht gab. Alle Aufbauten sind farbig dargestellt.

Ca. 60 Seiten, 12.– DM.

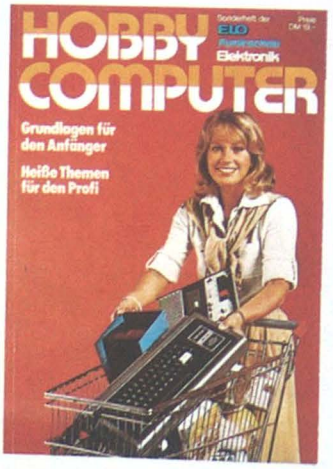
ELO-SPEZIAL 1, 2 und 3

Sammelausgaben der Jahrgänge 1975/76 = SPEZIAL 1, 1977 = SPEZIAL 2, 1978 = SPEZIAL 3.

ELO-Poster

Sammelmappe mit 24 der beliebtesten ELO-Poster, für Labor, Unterricht oder Hobby-Werkstatt.

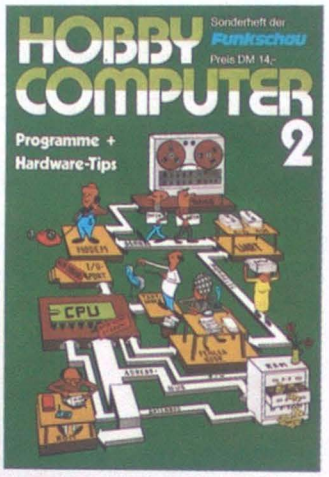
24 Farbposter im Format 46 x 30,2 cm, 16.– DM.



Hobby-Computer 1

Dieses Heft bietet dem Anfänger Grundlagenbeiträge und sagt dem versierten Schaltungstechniker und Programmierer, welche Möglichkeiten das neue Hobby bietet und was er dafür zu investieren hat.

136 Seiten, 19.– DM.



Hobby-Computer 2

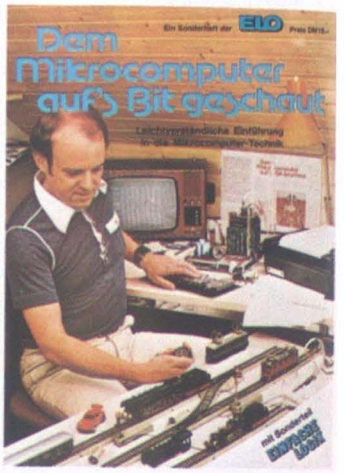
Basic- und Maschinenprogramme sowie Hardware-Tips für den Fortgeschrittenen. Ausschließlich Beiträge, die sonst nirgendwo erscheinen.

Ca. 80 Seiten, 14.– DM.

Mikrocomputer – eine Einführung in kleinen Schritten

Hard- und Software-Grundlagen für den Anfänger, gesammelte Beiträge der in der FUNKSCHAU bereits erschienenen gleichnamigen Reihe.

Ca. 60 Seiten, 9.50 DM.



Dem Mikrocomputer auf's Bit geschaut

Hardwareorientierte Einführung mit µP 2650. Sammlung der in der ELO bereits erschienenen gleichlautenden Beitragsreihe. Dieses Heft enthält auch die ELO-Einführungsreihe „Einfache Logik"

Ca. 120 Seiten, 18.– DM.

Wo erhalten Sie diese Sonderhefte und Poster

Bei allen Bahnhofsbuchhandlungen, guten Buchhandlungen, Elektronik-Bauteilehändlern oder direkt beim Franzis-Verlag.

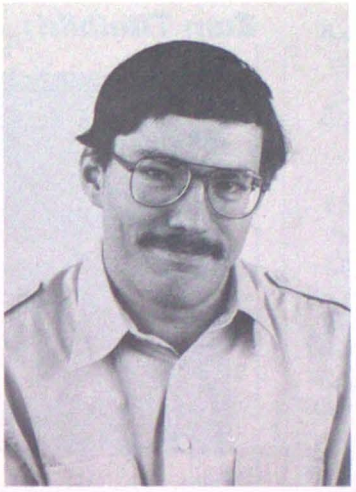
Bitte haben Sie Verständnis, daß der Verlag Einzelsendungen aus organisatorischen Gründen nur gegen Vorauszahlung liefern kann. Wir bitten Sie, in diesem Fall als Bestellung den jeweils genannten Betrag plus 1.50 DM Porto auf unser Postscheckk. München Nr. 57 58-807, mit Angabe des genauen Titels zu überweisen.

Bitte vergessen Sie nicht, auf dem Zahlungsbeleg in Druckschrift Ihre volle Anschrift anzugeben. Sofort nach Zahlungseingang senden wir Ihnen das Heft bzw. die Poster zu.

Franzis-Verlag

Karlstraße 37, 8000 München 2,
Telefon (0 89) 51 17-1

Die Hefte und Poster erhalten Sie in der Schweiz auch beim Verlag Thali AG, 6285 Hitzkirch und in Österreich beim Fachbuchcenter Erb, 1061 Wien, Amerlingstraße 1.



Mikrocomputer-Babylon

Vor rund einem Jahr erweiterten wir die FUNKSCHAU um acht Seiten: um die Mikrocomputer-Rubrik, die bisher auf ihren 200 Seiten etwa 75 Programme für die heute gängigen Mikrocomputer enthielt.

Eine dabei nicht zu umgehende Schwierigkeit ist es, daß jedes Programm auf einen ganz bestimmten Mikrocomputer zugeschnitten ist. Speziell die Maschinenprogramme, um die man nun einmal bei vielen Anwendungen nicht herumkommt, können kaum auf ein anderes Computersystem umgeschrieben werden; eine babylonische Sprachverwirrung also!

Sicher: Technischer Fortschritt bedingt Veränderungen – auch im Befehlssatz der Mikroprozessoren und der Mikrocomputer. Aber gibt es nicht unnötig viele in ihren Eigenschaften vergleichbare und doch nicht softwarekompatible Systeme und CPUs? War die Entwicklung eines „eigenen" Prozessors nicht für viele Halbleiterhersteller eine reine Prestigesache, die der Anwender teuer mit Nicht-Kompatibilität bezahlen muß? Im Prinzip würden doch vier oder fünf Mikroprozessoren gestaffelter Leistungsfähigkeit genügen, um alle denkbaren Anwendungen abzudekken – und diese wenigen könnten untereinander sogar „aufwärtskompatibel" sein.

Siemens wurde in letzter Zeit etwas schräg angesehen, weil dieses Großunternehmen – statt durch Eigenentwicklungen den Typenwirrwarr noch zu vergrößern – von Intel die Prozessorfamilie 8080 und von Rockwell den Mikrocomputer AIM-65 übernahm. Letzten Endes war diese Entscheidung aber anwenderfreundlicher, als noch zwei Ziegelsteine auf den Turm von Babel zu mauern. Das gilt auch für Zilog, deren CPU Z-80 mit dem älteren 8080 aufwärtskompatibel ist, und für Rockwell, deren neuer 16-bit-Prozessor mit Motorolas 68 000 softwarekompatibel sein soll. Immerhin beweisen diese Beispiele auch, daß man bei vielen Firmen die Problematik eingesehen hat und Konsequenzen daraus zieht.

Die Konsequenzen, die die FUNKSCHAU-Redaktion daraus zieht, lassen sich auf drei Punkte konzentrieren: Erstens werden nach wie vor nur Programme für verbreitete CPUs und Systeme veröffentlicht. Zweitens soll ein Umschreiben von Maschinenprogrammen auf andere Systeme mit gleicher CPU durch eine noch bessere Programmbeschreibung vereinfacht werden. Und drittens gehört die FUNKSCHAU nicht zu jenen Zeitschriften, die durch Bauanleitungen für Computer mit exotischen Mikroprozessoren oder Betriebsprogrammen die babylonische Sprachverwirrung noch vergrößern wollen.

Ihr

Herwig Feichtinger

Leitartikel — Mikrocomputer-Babylon 5

Leserbriefe 8

FUNKSCHAU aktuell
- Das Autoradio von morgen 11
- GaAs-LSI-ICs in Sicht 11
- Zur Steuerung des Verkehrs 11
- Interface für hochauflösende Grafik 12
- Prothesenanpassung per Mikrocomputer 12
- Ein Computer, der sich irren kann 14

Informationen 41

FUNKSCHAU express
- Rückblick auf die IFA '79 1142
- Aktuelle Nachrichten 1141, 1143, 1144

Halbleiter
- ICs für Nf-Leistungsverstärker 1145
- Schneller Transistor für PWM-Verstärker 1149

Amateurfunk
- Ein 2-m-Mobilfunkgerät mit 400 Kanälen für den Funkamateur 1148
- Temperaturkompensation von Oszillatoren praktisch ausgeführt 1157
- Windkraftrelais 1160

Rechner
- Nur die Zahl π – Ein Blick ins Innenleben eines Taschenrechners 1151
- Prüfen Sie Ihren TI-Rechner 1164

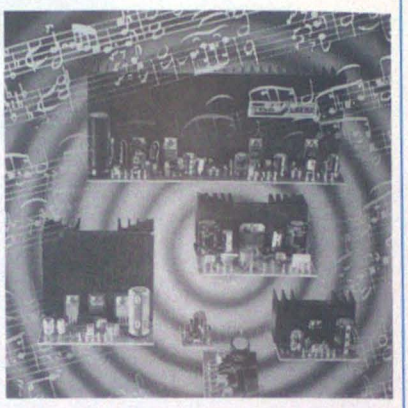
Meßtechnik
- 10-MHz-Oszillograf mit selbstabstimmender Zeitbasis 1154

Ausstellungen
- Fünf Tage ist der Killesberg Elektronik-Mekka – Eltro-Hobby '79 1155
- 11. Internationales Fernsehsymposium Montreaux ... 1161

Fernsehtechnik
- Verbesserung des Fernsehtones und zweiter Tonkanal beim Fernsehen, 2. Teil 1167

Elektroakustik mit Hi-Fi
- Hochwertige Hi-Fi-Endstufe der Betriebsklasse A^+ 1169
- Vierweg-Flächenmembran-Strahler 1173
- Lavalier-Kleinstmikrofon 1174
- Tonarm-Abhebevorrichtung 1174
- Hi-Fi-Nachrichten 1174

Zum Titelbild:



Durch Einsatz von integrierten Schaltungen lassen sich Nf-Verstärker mit geringem Platzbedarf aufbauen. Als Einleitung zu einer Bauanleitungsserie für Leistungsverstärker, die in den nächsten Heften in unserer Rubrik „Praxis & Hobby" erscheint, werden in dieser Ausgabe ab Seite 1145 Funktion und Ausführung der dort verwendeten ICs ausführlich beschrieben. (Aufnahme: SGS-Ates)

Temperaturkompensation von Oszillatoren praktisch ausgeführt

Seite 1157

Am Beispiel eines freischwingenden Oszillators für den Frequenzbereich 45...47 MHz, der in konventioneller Technik ausgeführt ist, wird gezeigt, daß auch mit Hilfsmitteln, wie sie dem Amateur zur Verfügung stehen, eine sehr gute Frequenzstabilität ($\Delta f < 2 \cdot 10^{-7}/°C$) zu erreichen ist. Der Autor beschreibt ausführlich die eigentliche Temperaturkompensation und geht dabei auch auf die richtige Auswahl der Bauelemente und den mechanischen Aufbau ein. Die angegebenen Meßwerte sollen zum Nachbau ermuntern und helfen, Amateurfunkgeräte zu beurteilen.

Inhalt

Hochwertige Hi-Fi-Endstufe der Betriebsklasse A+

Seite 1169

Bei Verstärkern, die sehr hohen Ansprüchen an Klirr- und Intermodulationsverhalten genügen sollen, wird der Arbeitspunkt der Endstufen in die Mitte des linearen Kennlinienteils gelegt (A-Betrieb); dabei nimmt man einen ungünstigen Wirkungsgrad mit entsprechend hoher Verlustwärme in Kauf. Bei der von Technics entwickelten Betriebsklasse A^+, die in dem Verstärker SE-A 1 Anwendung findet, wird dieser Nachteil durch den Einsatz eines Netzteils mit signalabhängigem Nullpunkt vermieden. Ferner sind auch höhere Ausgangsleistungen möglich.

UHF-Endstufe für Amateursender

Seite 1183

Ein gewisser Nachteil des 70-cm-Bandes gegenüber dem heute schon etwas überlasteten 2-m-Band ist die um mehr als eine S-Stufe höhere Freiraumdämpfung, die für gleiche Reichweiten höhere Sendeleistungen erforderlich macht. Die hier beschriebenen Endstufenversionen sind für unterschiedliche Ansteuerleistungen ausgelegt und eignen sich daher für praktisch alle heute üblichen 70-cm-Amateurfunkgeräte. Die Platinenlayouts ermöglichen einen problemlosen Nachbau.

Mikrocomputer

Mikrocomputer – Eine kleine Einführung, 26. Teil 1175
4-K-RAM-Karte 1177
Fourier-Analyse mit dem SR-56 1180

Praxis & Hobby

UHF-Endstufe für Amateursender, 1. Teil 1183
Digitale Dimmerschaltung mit Optokoppler 1187
Endabschaltung für Recorder 1188
Schaltungskniff: Zweite Telefonklingel oder VOX-Baustein mit einem CMOS-IC 1188

Service

Einfacher Plastikkleber 1189
Flaues und verzogenes Bild 1189
Helligkeit nicht regelbar 1190

Rubriken

Neue Bücher 1191, 1192
Neuheitenmarkt 105

Vorschau

Berichte von der Internationalen Funkausstellung
Einsatzmöglichkeiten der Elektronik im Auto
Laserlicht im Show-Business
Erweiterter Aussteuerungsbereich bei Kassettentonbändern
6802-Computer – selbstgebaut

Praxis & Hobby
2-W-Nf-Verstärker mit IC

Heft 21 erscheint am 12. Oktober 1979 · Preis 3.50 DM

Leserbriefe

Zuschriften unserer Leser sind immer willkommen – Kürzungen müssen wir uns vorbehalten.

Diskriminierung der KW-Rundfunkhörer

FUNKSCHAU 1979, Heft 9, Seite 49

Mir ist bekannt, daß die FUNKSCHAU eine wohlangesehene technische Publikation darstellt. Ich war daher überrascht, zu erfahren, daß auf Seite 49 in Heft 9/1979 in einem Beitrag von Hermann Jäger mein Artikel aus der QST falsch zitiert und in seinem Sinn verzerrt wird. Um diese Wiedergabe richtigzustellen, möchte ich Sie bitten, zwei (in der Anlage markierte) Absätze des fraglichen Artikels zu veröffentlichen. Auch sollte – um meine Kommentare in (sinngemäßem) Zusammenhang zu setzen – hervorgehoben werden, daß sie durch einen Antrag in den USA provoziert wurden, ein 50-kHz-Segment eines starkbenutzten Amateurfunkbandes dem Rundfunk zuzuweisen. Glücklicherweise wurde dieser Antrag zurückgezogen, bevor die US-WARC-Vorschläge endgültig abgefaßt wurden.
Es ist nur natürlich, daß diejenigen, die ein wohlbegründetes Interesse an der Fortführung von Kurzwellen-Rundfunksendungen hoher Leistungen haben, über deren Wichtigkeit mit den anderen Benutzern des Funkspektrums in ihrer Meinung nicht übereinstimmen.

David Sumner, K1ZZ
Assistant General Manager der ARRL

Die von Hermann Jäger zitierten Absätze aus der QST Oktober 1978 lauten:

Wer hört dem Kurzwellen-Rundfunk zu?

Einer der am wenigsten effizienten Benutzer des Kurzwellen-Spektrums ist der Internationale Rundfunk. Dieser Funkdienst benutzt noch Doppelseitenband-AM-Aussendungen, überträgt dasselbe Programm auf mehreren Frequenzen in einem Band und oft in das gleiche Zielgebiet und benutzt anscheinend unbegrenzte Leistungen. Jedoch...: Wer hört zu? Denken Sie an Ihre eigenen Bekannten: Wie viele von ihnen benutzen den Kurzwellen-Rundfunk als Quelle für Nachrichten oder Unterhaltung? Wenn Sie nicht gerade jemanden kennen, der Kurzwellenhören als Hobby betreibt und QSL-Karten sammelt und dem wahrscheinlich wenig am Programminhalt der empfangenen Stationen liegt, werden Sie wahrscheinlich sehr, sehr wenig Leute kennen, die all diesen Hochleistungs-Aussendungen irgendwelche Aufmerksamkeit zuwenden. Auf ihren Reisen in Dutzende von Ländern aller Kontinente haben die Mitarbeiter des IARU-Headquarters immer wieder diese Frage gestellt und allgemein dieselbe Antwort erhalten: Selbst in den entferntesten Ecken der Welt ist die regelmäßige Zuhörerschaft am Kurzwellen-Rundfunk verschwindend klein. Jedoch kommen gerade die größten Anforderungen für mehr Frequenzraum zwischen 3 und 30 MHz von den Rundfunkleuten.

Rundfunkleute sprechen oft in Begriffen von „Hunderten von Millionen" von Zuhörern und benutzen zweifelhafte Statistik-Techniken, um diese Ansprüche zu festigen. Im vergangenen Jahr beauftragte die ARRL das SRI-International (das frühere Stanford Research Institute), die erhältlichen Berichte über den Umfang und die Zusammensetzung der Kurzwellen-Rundfunkhörerschaft wie auch die Aussichten für ihr künftiges Wachstum zu untersuchen. Der 40seitige SRI-Bericht, der der ARRL-Eingabe (an die FCC) als Anlage beigefügt wurde, schloß folgendermaßen: „Auf eine einzige zusammenfassende Feststellung reduziert zeigt diese Untersuchung klar, daß sich jede von den Kurzwellen-Rundfunkleuten erhobene Forderung nach vermehrtem Frequenzraum aufgrund vermehrter Zuhörernachfragen mit den bisher verfügbaren Informationen einfach nicht begründen läßt."

Farbbalken- und Gittermustergenerator

FUNKSCHAU 1979, Heft 11, Seite 659

Wie Ihnen sicher bekannt geworden ist, befinden sich in der obengenannten Schaltung einige Fehler. Um meinen bisherigen Zeitaufwand an Fehlersuche nicht noch mehr auszudehnen, bitte ich Sie, mir eine Berichtigung der Schaltung oder ähnliches zukommen zu lassen. Besten Dank im voraus.

Manfred Zöllner, München

Sollten Sie irgendwelche kleineren Differenzen zwischen Schaltbild und Bestückungsplan feststellen, so halten Sie sich bitte an den (in Bild 4 von der Lötseite gesehenen) Bestückungsplan. Das Platinen-Layout in Bild 3 ist übrigens, was eigentlich unüblich ist, von der Bestükkungsseite gesehen. Das mit „7490" bezeichnete IC, im Bestückungsplan zwischen einem 7490 und einem 7400, muß richtig 7493 heißen. Und dann sollte man nicht vergessen, das RC-Glied 1,5 nF/1 kΩ am Drehschalter anzulöten; es befindet sich nicht auf der Platine. Die Red.

Mehr CB-Kanäle?

Wir haben mit Interesse das Interview gelesen, das die ELO mit Herrn Ministerialrat Dr. Spindler vom Bundespostministerium geführt hat. Es war äußerst interessant, und wir rechnen es der ELO und im übrigen auch der FUNKSCHAU zum Verdienst an, daß sie endlich einmal einen verantwortlichen Beamten des Bundespostministeriums zu einer Aussage bewegen konnte, nämlich der, daß in absehbarer Zeit auf dem CB-Sektor keine Veränderung stattfinden wird. So glaubten wir. Bis uns eine Händlerinformation eines Hattersheimer CB-Händlers in die Hände fiel. Und da waren wir platt. Denn der wußte, was die Bundespost nicht weiß: Im nächsten Jahr wird es neue Frequenzen für den CB-Funk geben! Danach haben wir das Interview nochmals genossen, sind aber zum gleichen Ergebnis wie beim ersten Mal gekommen. Waren wir dümmer als andere? Als wir dann den Rest der Hattersheimer Händlerinformation studiert hatten, fiel bei uns der Groschen. Die haben einen alttestamentarischen Propheten. Denn einmal werden neue Geräte, von denen weder die künftige Technik noch die künftigen Frequenzen bekannt sind, bereits, zumindest in Form von Preisen (ca. DM 2000.–), präsentiert. Außerdem weiß man in Hattersheim, daß „dabei jedoch noch nicht serienmäßig ist, was man heute von einem guten 27-MHz-Geät erwartet." Wir sind heute so verunsichert, daß wir nicht wissen, sollen wir nur Gehäuse liefern, sollen wir uns mit der NATO verbrüdern, um andere Frequenzen zu bekommen, sollen wir unsere Geräte einstampfen, da nach Aussagen der Hattersheimer nach einer Übergangszeit die 27-MHz-Geräte ganz verboten werden. Oder sollen wir weiterhin die von der Post zugelassenen Geräte anbieten, weil die Hattersheimer ja dann auch wieder schreiben: „CB-Geräte werden nie wieder so billig wie heute, die Liefermöglichkeiten der Hersteller werden jedoch immer geringer, und die Preise werden steigen."

„Jesaia II",
Dieter J. Sölter,
Kaiser GmbH

Industrie INLAND

Die Standard Elektrik Lorenz AG berichtet, daß die Lichtleiter-Versuchsleitung in Berlin-Wilmersdorf, die dort im Auftrag der Post verlegt wurde, zufriedenstellend arbeitet. Zur Zeit ist eine weitere Lichtleiterstrecke für die Bundespost in Arbeit. Sie wird mit einer Bitrate von 34 Mbit/s auf 14 km zwischen Stuttgart-Feuerbach und Waiblingen arbeiten und zwar entgegen der Berliner Versuchsstrecke im echten Nachrichtenbetrieb. Der Kerndurchmesser der hier vorgesehenen Glasfaser beträgt 50 µm. – Die Übergabe dieser Strecke ist für Ende 1981 geplant.

Die ITT Bauelementegruppe Europa, Nürnberg, konnte dank günstiger Umsätze mit Lautsprechern, passiven Bauelementen, Kleinmotoren und elektromechanischen Produkten sowie wegen einer effektiven Preiserhöhung um 2 % den Umsatz – auf Jahresbasis berechnet – auf 800 Mio. DM (1978: 750) erhöhen. Der Export wurde ausgeweitet; mit Tantalkondensatoren, Quarzen und Selenerzeugnissen konnte in den USA Fuß gefaßt werden. Zusammen mit dem Umsatz zeigt auch die Rendite wieder nach oben, wenn auch die „Traumrendite" von 3...4 % vom Umsatz noch nicht wieder erreicht wurde.

Mit einer Doppelstrategie will die Preh Elektrofeinmechanische Werke GmbH & Co. KG, Bad Neustadt/Saale, den Weg in die 80er Jahre einleiten. Fehler in der Betriebsführung und die mit 87 % überstarke Produktionsabhängigkeit als Zulieferer für die Unterhaltungselektronik hatten dem Familienunternehmen 1977 rote Zahlen gebracht, wozu auch das zu spät eingeführte Optimierungsprogramm für die Fertigung beitrug. Immerhin dürfte der Jahresumsatz 1978 mit 150 Mio. DM den Plänen entsprechen. Gegenüber dem Vorjahr nahm der Exportumsatz um 11 % zu. Es ist zu erwarten, daß das Unternehmen unter der Leitung von Dr. von der Osten-Sacken (bis Ende 1978 Vorstandsmitglied der AEG-Telefunken Konsumgüter AG) die nötige Produktionsstraffung durchführt, die Rationalisierung vorantreibt und ganz allgemein die Marktstellung für den Start in das nächste Jahrzehnt festigt.

Industrie AUSLAND

Die koreanische Firma Samsung Electrin Devices, Tochter der Samsung Electronics, hat als erstes koreanisches Unternehmen die Produktion von Farbbildröhren aufgenommen, nachdem die Regierungsgenehmigung zum Bau der Fabrik im Februar 1978 erteilt worden war. Damals wurden Genehmigungen auch an die Firmen Gold Star und Orion Electric ausgegeben; beide können die Fertigung voraussichtlich erst Ende dieses Jahres aufnehmen. – Nach der Inbetriebnahme der Farbbildröhrenfabrik von Samsung Electron Devices ist die Muttergesellschaft in der Lage, 90 % der Bauelemente für ihre Farbgeräte aus eigener Fertigung beizustellen.

Nach den letzten Meldungen sind die Gespräche über eine Vereinigung der Computerfirma Amdahl Corp. und der Memorex Corp. noch nicht abgeschlossen. Sollte es dazu kommen, so dürfte ein Anteilsaustausch im Verhältnis von 1,2 Amdahl- zu 1 Memorex-Share stattfinden. Der Gründer der Amdahl Corp., Dr. Gene M. Amdahl, hat sich am 1. September aus persönlichen und familiären Gründen von seinem Amt als Chairman des Board of Directors zurückgezogen, er bleibt Ehren-Chairman und wird Vorsitzender der neuen Strategie-Gruppe Technical Excellence Committee. Sein Nachfolger ist sein bisheriger Stellvertreter Eugene R. White. – Es ist kein Geheimnis, daß Amdahl, der strahlende Stern am Computerhimmel, durch gewisse Manöver der mächtigen IBM-Gruppe an Glanz verlor. 1978 war noch ein hervorragendes Jahr gewesen, mit 70 % Umsatzzunahme auf 321 Mio. Dollar und einer Gewinnsteigerung um 8 % auf 98 Mio. Dollar. Mitte 1979 wurde die Notierung der Amdahl-Shares an der Börse ausgesetzt, nachdem der Kurs von 71 auf 22 Dollar fiel. Die Umsätze stagnierten, das Ergebnis war im 2. Quartal 1979 gerade noch ausgeglichen. Immerhin sagt man in New Yorker Börsenkreisen, daß die finanzielle Lage des Unternehmens noch immer gesund ist, mehr als 50 % der Bilanzsumme sind Eigenkapital, Amdahl kann noch immer 10 % vom Umsatz für Entwicklung ausgeben. – Die Memorex Corp. hatte vor einigen Jahren schwerste Verluste durch Betätigung auf dem Computersektor erlitten, konnte sich aber wieder fangen.

Die Hitachi Ltd. konnte im Geschäftsjahr 1978/79 (endend 31.3.) mit einem Rekordgewinn von 97 Mrd. Yen abschließen (+ 20 Mrd.). Der Gesamtumsatz stieg um 200 auf 2574 Mrd. Yen. Der Export erhöhte sich um 20 auf 9497,9 Mrd. Yen. Der Umsatz verteilt sich in etwa gleichmäßig auf die Bereiche Haushaltgeräte, Nachrichtenübertragung und elektronische Ausrüstungen, Industrieanlagen, Drähte, Metallmaterialien und chemische Produkte sowie Schwer- und Leichtmaschinen.

Philips-Grundig-Transaktion perfekt

Nach Monaten der Verhandlungen und Gerüchte, des Taktierens und der halben Wahrheiten unterzeichneten auf Schloß Fuschl am 5. September Ir. N. Rodenburg (Präsident der NV Philips' Gloeilampenfabrieken), C. J. van der Klugt (Vorstandsmitglied des Philips-Konzerns) und Dr. h.c. Max. Grundig, Präsident der Max-Grundig-Stiftung, das Abkommen über gegenseitige Beteiligung bzw. Zusammenarbeit. Darüber wurde folgendes verlautbart:

1. An der der Max-Grundig-Stiftung gehörenden Einzelfirma Grundig E.M.V. Elektro-Mechanische Versuchsanstalt Max Grundig & Co. KG werden sich die N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken über die in Gründung befindliche 100prozentige Tochtergesellschaft Philips Beteiligungs GmbH, Fürth/Bayern, als Kommanditistin mit 24,5 % der Stimmrechte und 32,03 % des Gesellschaftskapitals beteiligen.
1. Diese KG, deren Komplementärin die Max-Grundig-Stiftung ist, wird 75,5 % des Grundkapitals der Grundig AG halten. Bei dieser Transaktion handelt es sich um rund 370 Mio. DM.
2. Die Max-Grundig-Stiftung wird über eine von ihr zu gründende niederländische Gesellschaft Meridiaan B.V. den N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken eine Anleihe in Höhe von 400 Mio. Gulden (rd. 360 Mio. DM) gewähren.
3. Diese Anleihe wird mit einem Wandlungsrecht in Aktien der N.V. Gemeenschappelijk Bezit van Andeelen Philips' Gloeilampenfabrieken ausgestattet sein. Der Wandlungskurs beträgt bis 31.12.1983 hfl 40 und dann bis 31.12.1989 hfl 50 je Aktie. Die Anleihe wird mit 3 % p. a. verzinst. Die aus der Umwandlung hervorgegangenen Aktien unterliegen dergestalt einer Sperre, daß der Max-Grundig-Stiftung – erstmalig ab 1. 1. 1985 – jährlich bis zu max. 1 Mio. Stück zur freien Verfügung stehen".

Kommentar:

A) Max Grundig hat es erreicht, daß sein Unternehmen absolut selbständig bleibt, und er hat bewiesen, daß er finanziell in ausgezeichneter Verfassung ist. Das Geld war es nicht, das ein Zusammengehen mit Philips empfahl.

B) Grundigs Zugang zu den Ergebnissen der intensiven Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Philips-Konzerns dürfte wesentlich besser als bisher sein, wodurch eine Grundschwäche der Grundig-Unternehmenskonzeption beseitigt ist.

C) Beide Unternehmen, von denen Philips umsatzmäßig etwa das Zehnfache wie Grundig erreicht, können gemeinsam der Überzeugung sein, mit diesem Schritt die Wettbewerbsposition ihrer Unternehmen gestärkt zu haben, was im Interesse sowohl ihrer Arbeitnehmer als auch der Abnehmer ihrer Erzeugnisse liegt.

D) Wenn Grundig vom Umwandlungsrecht der Anleihe in Philips-Anteile Gebrauch macht, könnte Grundig binnen zehn Jahren rd. 6 % des Philips-Grundkapitals erwerben und damit – womöglich nach der Familie Philips – der größte Einzelaktionär von Philips werden, dessen Anteile breit gestreut sind.

Kaum eine der zurückliegenden Funkausstellungen verlief derartig dramatisch wie die IFA '79

Rückblick auf die IFA '79

Ereignisse, Gerüchte, Fakten

Jede Funkausstellung beginnt mit ihrer Eröffnung. Auch die IFA '79. Im Großen Saal des Internationalen Congress Centrums (ICC) gab es diesmal Liza Minnelli plus Las Vegas, garniert mit ein paar Tupfern James Last und Udo Jürgens, dazu Kinder, Kinder, Kinder. Die UNICEF ließ grüßen. Repräsentiert diese lautstarke Show die bundesdeutsche Radio-Fernseh-Wirtschaft, die „Branche" also? Zaghaft noch, doch unüberhörbar, kam Kritik auf: Es hätte eben dieser Branche besser angestanden, wieder einmal eine „echte Eröffnung" zu zelebrieren, so eine mit dunklem Anzug und bedeutsamen Reden, mit einem ganz prominenten Eröffnungs-Sprecher. (War der Bundeskanzler nicht zu „100 Jahre Kaufhof" gekommen?)

Unter anderem ist eine Funkausstellung auch ein wirtschaftliches und technisches Ereignis. Was zum Kommerz zu sagen ist, war einigermaßen einhellig. Die Halden von Farbfernsehgeräten, vor Ausstellungsbeginn auf 840 000 geschätzt, sollen geschmolzen sein, der Groß- und Einzelhandel, der seine Läger rechtzeitig abgebaut hatte, kaufte die Sonderangebote zu Sonderkonditionen. Wir werden sie in den Zeitungsanzeigen wiederfinden. Damit nicht genug – es gibt Hersteller, die ganze Serien neuer, aber billig zusammengebauter „Sondergeräte" anbieten, damit nur ja nicht der Strom der Billiggeräte beim Kampf um Marktanteile abreißt. **Das aber sind Randerscheinungen – allgemein war die Ordertätigkeit des Handels groß und lag, wie übereinstimmend zu hören war, weit über dem Ergebnis der Funkausstellung 1977.** Die miese Ertragslage aller im Bundesgebiet produzierenden Hersteller – man sagt, höchstens drei sind in der Gewinnzone – zwingt eigentlich zu Preisanhebungen zumindest für die neuen Farbgeräte. Das war allenthalben zu hören, und sicherlich wird auch versucht, die Werksabgabepreise um 5...8 % anzuheben. Es wäre zu wünschen, daß sich das durchsetzt. Befragte Fachhändler begrüßten diese Versuche.

BASF und Blaupunkt stritten sich, beinahe auf dem Rücken der FUNKSCHAU. Wir hatten in Heft 17/79 die Mini-Maz 1 von Blaupunkt als Titelbild und im Aufsatz vorgestellt, worauf die Juristen der BASF tätig wurden. Was dabei herauskam, stand auf einem Beilageblatt der BASF, das aber nur 62 000 Exemplaren der FUNKSCHAU 17/79 beigelegt werden konnte; daher haben wir aus Gründen der Fairneß den Text nochmals in Heft 18/79 abgedruckt. Blaupunkt zog die Mini-Maz 1 von der Funkausstellung zurück. Die BASF zeigte ihr LVR-System auch nur eingeladenen Kunden und Interessenten in einem Sonderraum – sehr klug, denn die Geräte dürften erst Mitte 1980 am Markt sein. Warum also Unruhe stiften?

Sanyo sorgte bald nach Beginn der Funkausstellungswoche für knisternde Spannung mit der Mitteilung, daß das Unternehmen sich mit einem „rein deutschen Rundfunk- und Fernsehgeräteunternehmen" verbinden will. Großes Rätselraten – wer kam noch in Betracht? Paul Metz dementierte auf seiner sonntäglichen Traditionspressekonferenz energisch, Saba gab es schriftlich, daß die Villinger nicht infrage kommen, und Telefunken sagte ebenso entschieden „nein". Einige Tage später mußte Sanyo zugeben, daß nix dran war. Natürlich war etwas dran gewesen, aber irgendwer hatte zu früh geplaudert. Schließlich hat schon jeder Hersteller in dieser Branche einmal mit irgendwem aus Fernost oder von anderswo her über Kooperation etc. gesprochen. Das bedeutet aber noch längst keinen Abschluß.

Video 2000, das neue, von Philips und Grundig entwickelte Kassettensystem mit maximal 2 x 4 Stunden Aufnahmezeit, soll Anfang/Mitte 1980 auf den Markt kommen; die Produzenten versprechen lange und genau überwachte Produktionstestläufe. Dessen ungeachtet meint Paul Metz mit diesem von ihm übernommenen System schon im Oktober präsent zu sein. – Die Bildplatte vom Typ VLP konnte bei Philips auch nur hinter den Kulissen gesehen werden. Immerhin wurde mitgeteilt, daß die VLP Anfang 1981 nach Europa kommt, nachdem sie dann schon in allen Staaten der USA eingeführt sein dürfte. Erster europäischer Testmarkt soll Großbritannien werden. – Sony zeigte seine Bildplatte, die durch ihre Qualität bestach, ebenfalls nur geladenen In-

Kurz berichtet

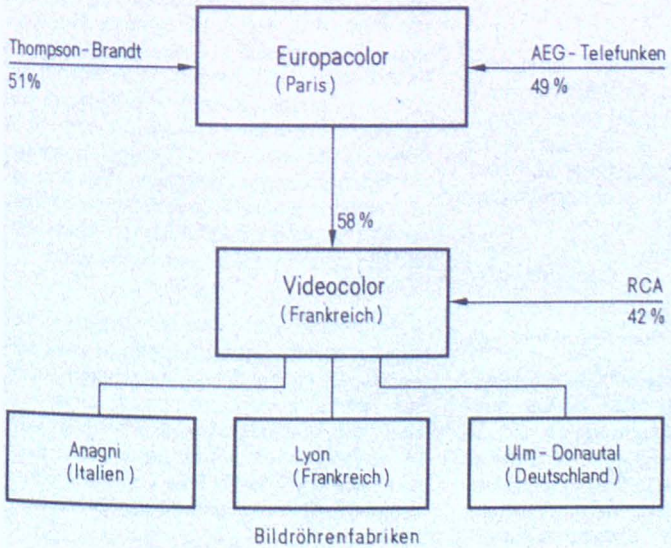
Ein Geschäftsmann aus Köln-Lengerich **wurde Ende August der 15 000. Teilnehmer am Europäischen Funkrufdienst („Europiepser").** Die Bundespost rechnet per Ende des Jahres mit **20 000 Teilnehmern. ● Im Bundesgebiet gibt es z. Z. sieben Hi-Fi-Spezialzeitschriften mit einer verkauften Gesamtauflage von rd. 200 000 Exemplaren monatlich,** ein achtes Magazin kam zur IFA heraus. ● Zwei deutsche Verlage bringen ab Februar 1980 **gemeinsam die Fachzeitschrift „European Electrical & Electronics Engineering" in chinesischer Sprache heraus,** die ausschießlich in der VR China ausgeliefert werden soll. ● 150 000 Schüler der siebten Klasse an Haupt- und Realschulen sowie an Gymnasien in Baden-Württemberg **arbeiten ab kommendem Schuljahr mit von den Schulen gestellten elektronischen Taschenrechnern. ● Die Stiftung Warentest untersuchte 15 Weltempfänger** und fand diese Bezeichnung nur für neun Geräte passend. ● Der Abgeordnete des Europäischen Parlamentes Karl Fuchs **will die EG-Kommission mit der Situation auf dem CB-Gebiet befassen,** weil insbesondere im süddeutschen Raum die gegenwärtigen CB-Kanäle stark durch CB-Stationen benachbarter Länder (gemeint ist wohl Italien) gestört werden. ● Sanyo beschäftigt weltweit 60 000 Mitarbeiter und tätigt die Hälfte seines Umsatzes mit Unterhaltungselektronik. **Durch die Umstellung des Vertriebes im Bundesgebiet auf rd. 1750 Fachhändler sank der Umsatz im Jahr 1978 um 30 %; das Betriebsergebnis war negativ.** ● Kartellamtspräsident Kartte **verlangte in einem Vortrag in Berlin „medienpolitische Entscheidungen",** indem der Gesetzgeber das Spannungsverhältnis zwischen den Rundfunkanstalten, der Bundespost und den Zeitungsverlegern abklärt. ● **Die Interelectric-Roth-Gruppe, München, bisher vornehmlich Lieferant für Versand- und Warenhauskonzerne, will sich einen Markennamen schaffen** und vor allem hochwertige Hi-Fi-Geräte liefern. Das Unternehmen hatte im letzten Jahr einen Umsatz von 100 Mio. DM erreicht, angestrebt werden 1979 ca. 120 Mio. DM.

Zweimal Preisverleihung in Berlin. Was zum FUNKSCHAU-Preis zu sagen ist, kann im nächsten Heft nachgelesen werden; unser brillanter Festredner schmückt die Titelseite jenes Heftes. – Das andere Ereignis war die Übergabe des Eduard-Rhein-Preises an die Herren Kihara (Sony) – mit Ed.-Rhein-Ring – Shiraisi (JVC) und Wessels (Philips) für ihre Verdienste um die Entwicklung der Videokassettenrecorder. Eduard Rhein, im 79. Lebensjahr und springlebendig wie ein 50er, verkündete die Erhöhung der Stiftung, die den Preis finanziert, **um 3 auf 5 Mio. DM, so daß ab 1980 als Preissumme rd. 250 000 DM zur Verfügung stehen werden.** *Rhein forderte die Industrie erneut auf, den flachen Bildschirm und das hochzeilige Fernsehen zu realisieren. Sony und JVC stellten ihre Preisträger am gleichen Tage der Fachpresse vor. Einzelheiten standen bereits in FUNKSCHAU Heft 5/1979, S. 225.*

teressenten. Sie ist zunächst eine strikt professionelle Ausführung ohne aktuelle Marktbedeutung. Und weil wir bei der Bildplatte sind: die gute alte TED-Platte mit mechanischer Abtastung gibt es für Schulungszwecke (Hartmann-Bund) noch immer; im Labor hat sie übrigens eine Spieldauer von 2 x 1 Stunde erreicht (!); der Durchmesser wuchs auf 30 cm. Jahrzehntelang war der Philips-Konzern mit öffentlichen Aussagen über seine Bedeutung und seine weltweite Betätigung mehr als zurückhaltend; seit einiger Zeit wird mehr herausgelassen, was nur zu begrüßen ist. In Berlin war zu hören, daß der Konzern 1978 einen Weltumsatz von 32,7 Mrd. Gulden (rd. 30 Mrd. DM) hatte; davon entfiel ein Drittel auf die Unterhaltungselektronik, so daß Philips auf diesem Sektor Nr. 1 weltweit ist. In Europa werden 268 000 Mitarbeiter beschäftigt, in USA und Kanada sind es 45 400 und in Asien 31 500. Das Unternehmen konnte seinen Absatz an Audio-Geräten im 1. Halbjahr 1979 um 10 % steigern, wenngleich die Rendite aufgrund des Preisverfalls geringer war. Bei Philips meint man, daß Hi-Fi-Bausteine und Steueranlagen in diesem Jahr sehr gefragt sein werden, daß aber die Kompaktanlage immerhin noch 50 % des Marktvolumens abdecken wird, vorwiegend in der Preisklasse bis 1000 DM. Die „Minis" sollen es auf knapp 10 % bringen. (Insgesamt sind am bundesdeutschen Markt 2200 verschiedene Hi-Fi-Produkte präsent; es bewerben sich bei Geräten und Anlagen mindestens 103 und bei Boxen rd. 125 Marken – dies nach einer nicht von Philips veranlaßten Zählung.) Philips meint, daß in den rd. 22 Mio. bundesdeutschen Haushalten 115 Mio. Audio-Geräte aller Art stehen und daß jährlich 19 Mio. Stück abzusetzen sind.

Neben der sich anbahnenden Verbindung Philips/Grundig (siehe erste Seite) machte in Berlin die Ankündigung der Gründung der Europacolor mit Sitz Paris Furore. Der Deal ist etwas kompliziert. An diesem neuen Unternehmen halten AEG-Telefunken 49 % und Thomson-Brandt 51 %. Europacolor hat an der französischen Firma Videocolor (Hersteller der PIL-Röhren) 58 % Anteil, während die RCA, bisher mit 49 %, jetzt mit 42 % beteiligt bleibt. AEG-Telefunken bringt das Farbbildröhrenwerk Ulm-Donautal in diese neue Ehe ein, so daß Videocolor nunmehr über die drei Fabriken Anagni/Italien, Lyon/Frankreich und Ulm-Donautal/Deutschland verfügt – **eine Kombination von 5000 Mitarbeitern und 650 Mio. DM Umsatz.** *Realisiert wird das alles Ende des Jahres, wenn die Behörden in Frankreich und das BKA in Berlin ihre Zustimmung gegeben haben. Es ist zu hören, daß Ulm-Donautal langsam auf PIL-Röhren umgestellt wird, was wahrscheinlich $1^1/_2$ Jahre dauern dürfte – und auch die großen Farbgeräte von Telefunken in Hannover und Celle werden eines Tages diesen Typ enthalten (siehe Grafik).*

Der Radio-Fernseh-Fachgroßhandel im Bundesgebiet muß mit weiterem Mitgliederschwund rechnen. Gab es 1974 noch 167 Mitgliedsfirmen mit 74 Filialen, so schrumpfte der Bestand per 1.1.1979 auf 114 Mitglieder mit 142 Filialen. Der Grund ist teils Geschäftsaufgabe, teils Fusionen. Was letztere angeht, so bot die Mitteilung, daß die beiden bedeutenden Großhandlungen, Karl F. Haubrich GmbH & Co., Düsseldorf, und Herbert Hüls KG, Hamburg, fusionieren, viel Gesprächsstoff im Handel. Es entsteht ein Gebilde mit mindestens 250 Mio. DM Umsatz. Für den Außenstehenden nicht ganz verständlich ist die Regelung der Geschäftsführung, die von der Firma Feruton Beteiligungs GmbH, Düsseldorf, wahrgenommen wird. Dort sind Geschäftsführer die Herren Betzler (Hüls) und E. und H. Haubrich.



Bildröhrenfabriken

Über den Verkauf von Farbgeräten im Inland in diesem Jahr waren sich die Propheten in Berlin recht einig – ihre Prognosen lagen durchweg zwischen 2,55 und 2,65 Mio. Stück. Dazu kommen, so Philips, 900 000 SW-Portables, 320 000 SW-Tischempfänger und 150 000 Videorecorder. Philips bezifferte seinen Marktanteil bei Farbgeräten auf 14 % (+ 1 % im Jahr 1978) und bei Videokassettenrecordern auf 30 %. Übrigens wurde mitgeteilt, daß die NTSC-Version des Video-2000-Systems fertig ist, sie wird im Oktober in Tokio vorgeführt werden, später wohl auch in den USA.

Dipl.-Ing. Dieter Hellmanns, Vorsitzer des Vorstandes der Telefunken Fernseh- und Rundfunk GmbH, gab auf einer Pressekonferenz bereitwillig auf die vielen Fragen der Journalisten Antwort. Er mußte zugeben, daß sein Unternehmen im 1. Halbjahr 1979 etwa 22 % Umsatzrückgang zu verkraften hatte. Die Ertragslage war 1978 unbefriedigend und im 1. Halbjahr 1979 sehr unbefriedigend; langfristig sah er aber eine Besserung voraus. Was die Lagerbestände angeht, so meinte Hellmanns, daß die Typenvielfalt höhere Läger verlangt, und daß in den Farbgeräte-Lägern eben auch sehr viele Auslandsgeräte stecken. Zu High-Com: 15 Bandgerätehersteller auf der IFA hatten dieses Rauschunterdrückungsverfahren schon eingebaut, mit sieben von ihnen sind bereits konkrete Lizenzverträge abgeschlossen. High-Com dürfte dem Unternehmen gewisse Lizenzeinnahmen bringen, die aber nicht zu vergleichen sind mit den hohen Erträgen der Pal-Lizenzen. – Neue Fertigungsverfahren (automatische Bestückung etc.) zwingen zu einem weiteren Personalabbau, der auf alle Standorte verteilt werden und nach Möglichkeit durch Ausnutzung der Fluktuation geschehen soll. In den letzten 12 Monaten schieden auf diese Weise 1000 Mitarbeiter aus. – Vom Jahresumsatz 1978 = rd. 1,8 Mrd. DM wurden $^2/_3$ im Ausland erzielt, zusammengesetzt aus den Leistungen der Fabriken in Italien, Spanien, Mexiko und Brasilien und 500 Mio. DM direkten Export aus dem Bundesgebiet. – Hersteller aus Ungarn und vor allem Polen wollen mit Telefunken bei Pal-Farbgeräten kooperieren, jedoch gibt es hier seitens Telefunken keine Pläne. K. T.

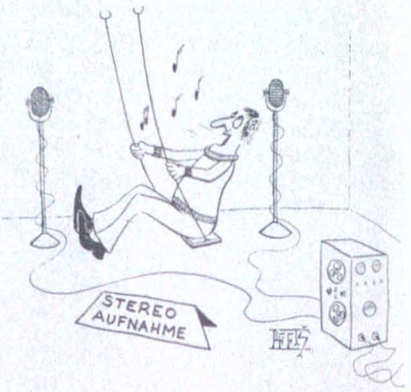
Die Geister, die man rief...

Es war schier ein Glaubenssatz: Die Funkausstellung muß nach Berlin, weil nur dort die Rundfunkanstalten mitziehen und die große Publicity ins Bundesgebiet tragen. Damit waren stillschweigend die Nachteile des Standortes Berlin toleriert, etwa der Mangel an Hotelunterkunft und die Tatsache, daß die überwiegende Mehrzahl der Besucher aus Berlin kommt, und das sind immer dieselben – nur zwei Jahre älter.

IFA 1979: Durch die Hinzunahme des verwirrenden, dennoch funktional hervorragend konzipierten Internationalen Congress Centrums – ICC – und der voluminösen neuen Hallen 13 bis 15 ist das Raumangebot erheblich gewachsen. ARD und ZDF nebst DLF und Deutsche Welle machten sich das zunutze. Die Selbstdarstellung der Anstalten, aus mancherlei Gründen verständlich, nahm unmäßige Formen an. Die Besucher aber akzeptierten es, die Show überrannte die Fachausstellung.

Schon während der Berliner Ausstellungstage hub das große Nachdenken an. Wie im Leitartikel des letzten Heftes bereits ausgeführt, vertagte der Fachverband Unterhaltungselektronik im ZVEI, der letztlich „das Sagen" hat, die Bekanntgabe des nächsten Austragungsortes der Funkausstellung bis zu einer Mitgliederversammlung im Herbst, die mit Zweidrittel-Mehrheit zu entscheiden hat. Es ist manches infrage zu stellen. Ist der Zeitpunkt Ende August günstig? Wenn man an das Export- und an das Inlandsgeschäft der Branche denkt, dann wäre ein früherer Termin besser. Ist der Standort optimal? Einen rund herum optimalen gibt es nicht, jeder hat Vor- und Nachteile. Soll die Funkausstellung wirklich als Wanderausstellung konzipiert werden? Dazu Kurt Schoop, Hauptgeschäftsführer der Nowea in Düsseldorf, der Stadt, die oft im Gespräch als der nächste Austragungsort ist: Keine Messegesellschaft kann die Funkausstellung auf ihrer Wanderschaft einmalig durchführen, denn die nötigen Millioneninvestitionen und der Aufbau eines Teams von Mitarbeitern sind dann nicht drin. Eine Messegesellschaft kann heute eine solche „Aufwands-Messe" nur dann noch annehmen, wenn sie längere Zeit am Ort bleibt.

Nachzudenken ist über den Stil. Nachdem die so heiß gerufenen Rundfunkanstalten der Branche die Schau stehlen, kommt die Frage nach einer reinen Fachausstellung auf, dann aber mit Verzicht auf eben die so sehr gewünschte Ausstrahlung. Wie sah es diesmal aus? Von den 628 300 Besuchern kamen rd. 10 % aus dem Ausland und knapp 20 % aus dem Bundesgebiet, mehr als 70 % aus Berlin, und das nun schon jahrelang. Auch ist in die Überlegung einzubeziehen, ob die Branche in jedem Jahr eine Messe vertragen kann, d. h. einmal IFA, einmal Hi-Fi.



Zur Person

Dr.-Ing. Kurt Garbrecht leitet jetzt den Siemens-Geschäftsbereich Integrierte Schaltungen, bisher kommissarisch vom Leiter des Unternehmensbereichs Bauelemente, Dr.-Ing. F. Baur, betreut. Dieser Geschäftsbereich dürfte im laufenden Jahr 400 Mio. DM Umsatz tätigen.

Coen Solleveld, Vorsitzender der Geschäftsführung der Polygram, Hamburg/Baarn, beging am 1. September seinen 60. Geburtstag.

Dr. Gerhard Slavik vollendete am 25. August sein 75. Lebensjahr. Der gebürtige Österreicher ist seit 50 Jahren in allen Sparten des Musikschaffens tätig, zuerst als ausübender Künstler (Geiger), später als Abteilungsleiter am Mitteldeutschen Rundfunk, Leipzig. Nach dem Krieg war er Dozent an der Staatlichen Fachschule für Geigenbau in Mittenwald und initiierte die Deutsche Musikinstrumenten-Messe. Schließlich war er mehr als 20 Jahre, bis 1973, der Produktionschef für klassische Musik bei der TELDEC. Dr. Slavik war und ist daneben in zahlreichen Kuratorien des Musiklebens tätig, u. a. in der von ihm gegründeten Deutschen-Phono-Akademie, der er von 1973 bis 1978 als Vorsitzender diente.

Dr.-rer.nat. Otto Laaff, 65, bisher Leiter des Forschungszentrums von SEL, ging am 30. 6. in den Ruhestand. Nach seinem Studium kam er 1950 als Entwicklungsingenieur zur SEL (damals: C. Lorenz AG) und leitete ab 1960 die Entwicklung von Richtfunkgeräten, ab 1963 war er für die Entwicklung der gesamten Übertragungstechnik verantwortlich. 1974 übernahm er das neugegründete SEL-Forschungszentrum, das heute 170 Physiker und Ingenieure in fünf Fachbereichen beschäftigt.

Prof.-Dr.-Ing. Walter Bruch, Pal-Erfinder und u. a. Vorsitzender des wiss. Beirates der Eduard-Rhein-Stiftung, wird die Schirmherrschaft über die Eltro-Hobby '79 in Stuttgart übernehmen (4. bis 7. Oktober).

Walter Steigner, Intendant der Deutschen Welle, wurde vom Senat der Stadt Berlin mit der Ernst-Reuter-Plakette in Silber ausgezeichnet. Damit werden seine Verdienste als Intendant des Senders Freies Berlin von 1961 bis 1967 gewürdigt. Seither ist er Intendant der Deutschen Welle, Köln.

Audiovision

Der Kampf um Aufnahmezeit bei Videokassetten-Recordern hatte sich bisher ausschließlich in den USA abgespielt, wo die Japaner, die dort den Markt total im Griff haben, VHS und Betamax-Geräte mit umschaltbarer Bandgeschwindigkeit herausbrachten, die eine Spieldauer bis zu 6 Stunden aufwiesen. Ursprünglich war vorgesehen, diese Modelle allein auf die USA zu beschränken, und auch Europa sollte ausgespart werden. Nun ist zu hören, daß der VHS-Club demnächst in Japan Modelle mit zwei Geschwindigkeiten und einer maximalen Spieldauer von 6 Stunden ausliefern wird. Womöglich unter dem Eindruck des 8-Stunden-Systems Video 2000 von Grundig/Philips könnten derlei Geräte auch den Weg nach Europa finden.

Farbfernsehen

Ende September beginnt das Israelische Fernsehen mit ersten Sendungen in Farbe; die Umstellung soll Mitte 1981 abgeschlossen sein, sie dürfte 15...20 Mio. US-Dollar kosten. Gegenwärtig gibt es in Israel etwa 130 000 Farb- und 780 000 SW-Fernsehgeräte; rd. 88 % der Haushalte verfügen über ein Fernsehgerät. Die meisten Farbprogramme stammen aus dem benachbarten Königreich Jordanien. Die Behörden in Israel rechnen mit der Anschaffung von ca. 350 000 Farbgeräten in den nächsten zwei oder drei Jahren. Zur Zeit stammen 67 % der im Land verkauften SW- und Farbgeräte aus inländischen Montagen. Nach Beginn der Farbsendungen rechnet der Handel im ersten Jahr mit einem Absatz von 120 000 Farbgeräten. Der Import wird in der Regel von den deutschen Geräteproduzenten getätigt, gefolgt von Dänemark, USA und Japan. Nachdem sehr viele Empfänger minderwertiger Qualität ins Land kamen, sind demnächst strenge Vorschriften zu erwarten.

Griechenland wird das französische Secam-Farbsystem übernehmen, wenn Farbsendungen im Land aufgenommen werden. Der Zeitpunkt steht aber noch nicht fest. Griechenland und Frankreich unterzeichneten ein umfangreiches Vertragswerk, das auch technische Hilfe beim Bau von Farbgeräten vorsieht. – Griechenland ist das 24. Secam-Land.

Herbert Sax

ICs für Nf-Leistungsverstärker

Wer heute bei einem 50-W-Hi-Fi-Verstärker über die Schaltungstechnik diskutiert, denkt zumeist noch an diskrete Endstufen. Nach dem heutigen Stand der Technik ist dies bei bedeutenden Vorteilen auch mit integrierten Schaltungen realisierbar. Um dieses Ziel zu erreichen, hat die Firma SGS-Ates seit Ende der 60er Jahre auf dem Sektor der Halbleitertechnologie, Schaltungskonzeption und der Gehäusetechnik Pionierarbeit geleistet. Jüngstes Ergebnis dieser Forschungsarbeit ist eine Reihe von Nf-Leistungs-ICs von 1 bis 200 W, deren Anwendungsspektrum vom Kofferradio bis zum Hi-Fi-Verstärker reicht.

In diesem einleitenden Aufsatz sollen einige Grundlagen erarbeitet werden, um es dem Anwender zu erleichtern, die für ihn richtige Auswahl unter den marktgängigen Leistungs-ICs zu treffen. Eine Artikelserie in den folgenden Heften in der Rubrik „Praxis & Hobby" wird einige Applikationen beschreiben.

Zielvorstellungen moderner Nf-Leistungs-ICs

Sollen Nf-ICs den heutigen Anforderungen entsprechen, ist die angebotene Leistung nicht das alleinige Kriterium, sondern es existieren weitere Bedingungen. Die Fortschrittlichkeit einer Technologie sowie eines Schaltungskonzeptes erkennt man weitgehend daran, ob Forderungen erfüllt werden, deren Begriffe meist unter englischen Bezeichnungen bekannt sind.

Thermal Shutdown (thermisches Abschalten) ist der Schutz des Chips vor Zerstörung durch Überhitzung, verursacht durch zu niederohmige Last, Kurzschluß des Lastwiderstandes oder zu geringe Kühlfläche. Realisiert wird dies durch eine Diodenstrecke, deren temperaturabhängige Flußspannung in einer Vergleichsstufe gemessen wird, die beim Erreichen eines bestimmten Spannungswertes, der der Grenzwerttemperatur *(Bild 1)* des Chips entspricht, die Endstufenkonfiguration stromlos schaltet.

AC Short Circuit Protection (Kurzschlußfestigkeit der Nf-Ausgangsspannung) ist der Schutz der Endstufenkonfiguration vor zu großer Strombelastung durch Kurzschluß des Lastwiderstandes. Man erreicht dies durch Messen des Ausgangsstromes jedes Endtransistors über den Spannungsabfall an einem Widerstand, der beim Erreichen eines bestimmten Wertes die Basis-Emitter-Strecke des Ausgangstransistors kurzschließt und dadurch den Basisstrom ableitet *(Bild 2)*.

DC Short Circuit Protection (Kurzschlußfestigkeit der Ausgangsmittenspannung) besteht dann, wenn die Endstufenkonfiguration, besonders bei unsymmetrischer Versorgungsspannung, direkt am Ausgang des Elementes nach Masse kurzgeschlossen werden kann. Besonders wichtig ist dies bei Brückenschaltungen, bei denen der Lastwiderstand im Ruhezustand beidseitig auf halber Versorgungsspannung liegt. Das Schutzprinzip entspricht etwa dem der „AC short circuit protection", muß aber im Unterschied hierzu erhöhten Anforderungen entsprechen, da die mit dem Kurzschlußstrom belastete Endstufenseite die volle Versorgungsspannung als U_{CE} erhält.

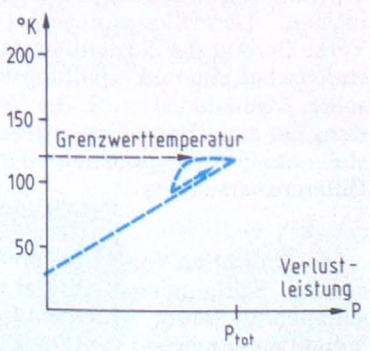
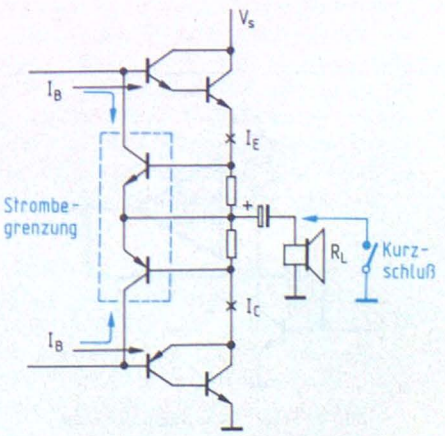


Bild 1. Temperaturkennlinie der Schutzschaltung



◀ Bild 2. Vereinfachte Schaltung der Strombegrenzung

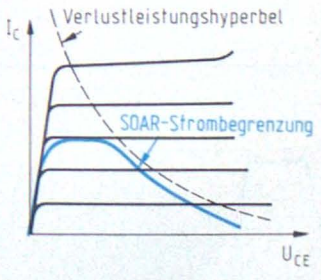


Bild 3. Strombegrenzung bei SOAR-Schutz im Ausgangskennlinienfeld des Endstufentransistors

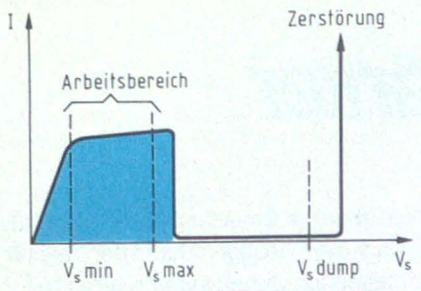


Bild 4. Diagramm der Funktion der Dump Protection

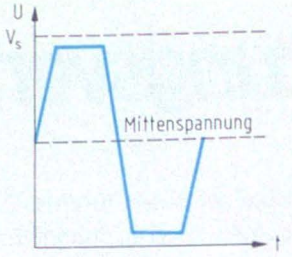


Bild 5. Begrenztes Ausgangssignal ohne „soft clipping"

SOA Protection (Schutz der Ausgangskennlinie) bedeutet, im sicheren Bereich operieren. Es ist der erweiterte Schutz gegenüber einer festen Strombegrenzung, die nicht verhindern kann, daß bei längeren Kurzschlüssen die Verlustleistungsgrenze der Endstufe überschritten und dadurch die „Second Breakdown"-Gefahr erhöht wird. Der SOA-(Safe Opereting Area-)Schutz begrenzt die Verlustleistung der Ausgangstransistoren, indem die Strombegrenzungsschwelle von der Kollektor-Emitter-Spannung abhängig ist *(Bild 3)*. Dadurch folgt der U_{CE}-abhängige Maximalstrom der Verlustleistungshyperbel im Ausgangskennlinienfeld der Endstufe.

Dump Protection (Überspannungsschutz) ist der Schutz des Elementes vor Zerstörung durch Überschreiten der maximal zulässigen Versorgungsspannung bis zu einem angegebenen Grenzwert, wobei eine Funktion der Schaltung zwischen $V_{s\ max}$ und „dump voltage" nicht gefordert ist, da sie nur eine Schutzfunktion ausübt *(Bild 4)*. Besonders wichtig ist der Schutz bei allen Versorgungsspannungen, bei denen Impulsspitzen auftreten können, wie z. B. beim Bordnetz eines Kraftfahrzeuges. Die höhere Spannungsverträglichkeit über $V_{s\ max}$ hinaus ergibt sich durch Kurzschließen der Basis-Emitter-Strecke (V_{CES}) des im Massezweig liegenden Endtransistors über eine versorgungsspannungsabhängige Schaltstufe.

Soft Clipping (oberwellenarmes Übersteuerungsverhalten) ist der Begriff des weichen Begrenzens bei Übersteuerung der Nf-Endstufe durch schaltungstechnische Maßnahmen zur Reduzierung der entstehenden Oberwellen. Bekanntlich erzeugen stark gegengekoppelte Leistungsverstärker mit hoher Leerlaufverstärkung in der Begrenzung Oberwellenanteile, die weit in den AM-Rundfunkbereich hineinreichen. Dies führt bei Empfang von schwachen AM-Stationen bei großer Abhörlautstärke zu Rückkopplungseffekten. Um eine Verringerung des Oberwellenspektrums im Rundfunkbereich zu erzielen, rundet man die Impulskanten durch weiche Sättigungskennlinien ab. *Bild 5* zeigt das Sättigungsverhalten einer Leistungsendstufe ohne „soft clipping", *Bild 6* mit „soft clipping".

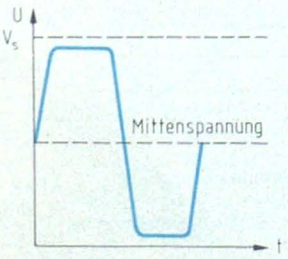


Bild 6. Begrenztes Ausgangssignal mit „soft clipping"

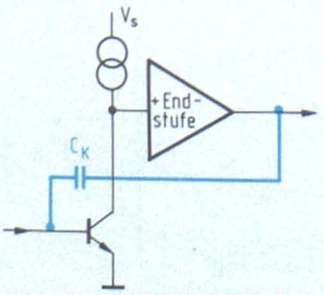


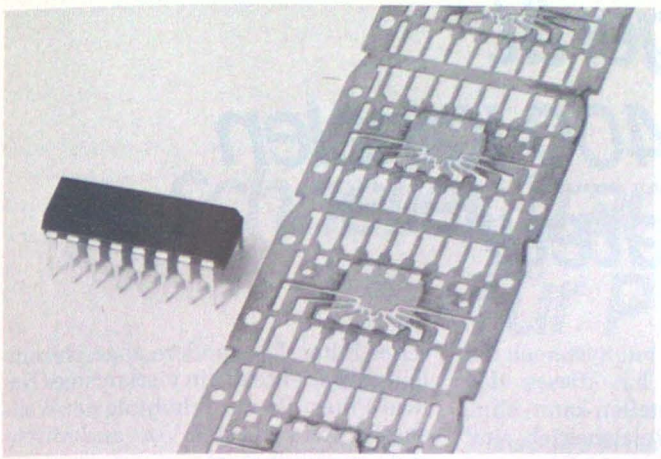
Bild 7. Schaltungsprinzip der inneren Kompensation

Soft Switch ON-OFF bezeichnet das geräuschfreie Ein- und Ausschaltverhalten des ICs. Voraussetzung hierfür ist, daß die IC-Ausgangsstufe bei einer Versorgungsspannung von 0 V bis zum Einsatzpunkt des Arbeitsbereiches auf Masse liegt. Das anschließende Einsetzen der Gleichspannungsgegenkopplung darf keine Sprungfunktion zur Folge haben, ebenso beim Unterschreiten des Arbeitsbereiches nach Ausschalten der Versorgungsspannung. Durch sorgfältige Abstimmung der einzelnen Stufen sowie zusätzliche schaltungstechnische Maßnahmen innerhalb des ICs, zusammen mit der richtigen Wahl einer extern angeschlossenen Mittenspannungs- und Gegenkopplungszeitkonstante ist dieses Ziel zu erreichen.

Internal Compensation ist die interne, frequenzabhängige Verringerung der Leerlaufverstärkung zu steigender Frequenz hin mittels integrierter Kondensatoren. Ohne Kompensation würde der Vorverstärker unkontrolliert schwingen, und zwar durch parasitäre Rückkopplungseffekte innerhalb des ICs sowie der extern beschalteten Gegenkoplung. Die Kompensationskondensatoren werden durch großflächige Sperrschichten auf dem Chip gebildet. Sie liegen meist zwischen einem Verstärkerausgang und der Basis eines invertierenden Vorstufentransistors *(Bild 7)*. Die Kapazitätswerte sind optimal auf die Schaltung abgestimmt, so daß einerseits eine Schwingneigung sicher vermieden wird und andererseits der Frequenzgang sowie der Klirrfaktor noch nicht verschlechtert werden.

Low Noise bezeichnet ein geringes Eigenrauschen der IC-Vorstufe. Die drei wichtigsten Maßnahmen zur Verringerung des Vorstufenrauschens sind die Verwendung eines geeigneten physikalischen Herstellungsprozesses, die Vergrößerung der Strukturen der Vorstufenschaltung und schaltungstechnischen Maßnahmen, z. B. die Verwendung nur eines Vorstufentransistors anstelle einer Darlingtonstufe oder eines Differenzverstärkers.

Low Saturation Voltage bedeutet eine niedrige Sättigungsspannung der Endstufenkonfiguration und damit einen hohen Wirkungsgrad des ICs. Erreichbar ist dies durch die Auswahl des günstigsten physikalischen Prozzesses, die Vergrößerung der Strukturen der Endtransistoren und schaltungstechnische Maßnahmen.



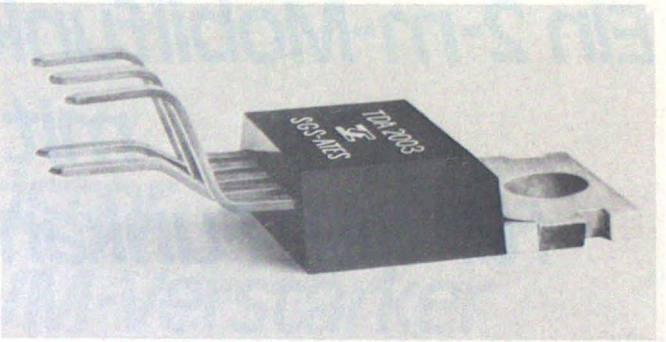


Bild 9. Das Pentawatt-Gehäuse

◀ Bild 8. Das Leistungs-DIP-Gehäuse

Die Gehäusetechnologie

Ein weiterer wichtiger Punkt, den ein modernes Nf-IC auszeichnet, ist das Gehäuse. Die Handhabung dieses Gehäuses bestimmt im wesentlichen, wie wirkungsvoll und konstruktiv einfach die überschüssige Verlustwärme abgeführt werden kann. Dies hat einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf die Gesamtkosten. Deshalb wurde bei der Entwicklung neuer Nf-Leistungs-ICs außer der Halbleitertechnologie sowie der Schaltungstechnik auch der Gehäusetechnologie besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Als Resultat dieser Entwicklung stehen vier Gehäuseformen zur Verfügung, wobei jedes einzelne Gehäuse für die vorgesehenen Anwendungsgebiete eine optimale Lösung darstellt.

Minidip ist ein „dual in line"-Gehäuse mit 8 Pins. Bei einer Pindicke von 0,4 mm kann es bei einem Wärmewiderstand R_{th} von 100 °K/W über das Gehäuse sowie den Masse-Pin Verlustleistungen bis max. 1 W abführen. Durch die geringen mechanischen Abmessungen ist es besonders dort geeignet, wo Platzprobleme vorliegen.

Leistungs-DIP ist ein „dual in line"-Gehäuse mit 16 Pins bei einer Dicke von 0,4 mm. Alle 8 Pins auf einer Seite liegen auf Masse; sie leiten die Verlustwärme bei einem R_{th} von 15 °K/W über die Leiterplatte ab. Maximal können 6 W abgeführt werden, wenn die Kupferfläche der Leiterplatte großzügig dimensioniert wird. Besonders vorteilhaft ist, daß sich alle elektrischen Anschlüsse auf einer Seite befinden *(Bild 8)* – die Layout-Erstellung ist deshalb besonders einfach. Noch zu erwähnen ist, daß sich das Minidip- wie auch das Leistungs-DIP-Gehäuse für automatische Bestückung eignen. Hauptanwendungsgebiet eines Leistungsverstärkers mit diesem Gehäuse sind größere Kofferempfänger, Heim- und Uhrenradios sowie tragbare Fernsehempfänger.

Pentawatt ist ein Gehäuse, das dem TO-220 ähnelt, jedoch über 5 Pins verfügt. Der Masse-Pin 3 ist mit dem Gehäuse verbunden, das mit einer zentralen Schraube am Kühlkörper befestigt werden kann. Der R_{th} beträgt 3 °K/W, wobei bis zu 30 W Verlustleistung abgeführt werden können. Besondere Flexibilität ist das Kennzeichen dieses Gehäuses, das sehr einfach zu montieren ist und in zwei Ausführungen existiert, für vertikale und horizontale Montage *(Bild 9)*. Bevorzugte Anwendungen sind Leistungsverstärker über 10 W in Hi-Fi- und Großbild-Fernsehgeräten.

Multiwatt ist ein Gehäuse neuester Entwicklung. Mit einem extrem geringen R_{th} von 2,5 °K/W und 11 Pins *(Bild 10)* gestattet das Multiwatt-Gehäuse dem IC-Entwickler sowohl von der Leistung als auch den Möglichkeiten neuartiger Funktionen das Betreten bisher ungenutzter technischer Freiräume. Durch die Einlochbefestigung ist die Montage sehr einfach. Der starke Kupferträger, auf dem das Chip und die Vergußmasse sitzen, verleiht dem IC die Steifheit, die vor Beschädigung des Elementes bei unsachgemäßem Anschrauben oder nicht ganz ebener Kühlkörperoberfläche schützt. Ein großer Pin-Abstand gestattet das Durchziehen von Leiterbahnen und macht damit das Layout unproblematisch.

Der Anwendungsschwerpunkt dieses Gehäuses liegt bei Leistungs-ICs über 10 W mit vielen Funktionen sowie bei dualen Leistungsverstärkern für Stereo- oder Brückenschaltungen.

Zusammenfassung

Um bei der Aufstellung der Eigenschaften moderner Nf-Leistungs-ICs nicht falschen Vorstellungen zu erliegen, sei noch hinzugefügt, daß nicht jedes IC alle genannten Eigenschaften haben muß, die der neuen Generation zugeordnet werden. Dump- und SOAR-Schutz z. B. sind in einem IC für Kofferradio-Endstufen sicher nicht erforderlich. Generell kann man aber sagen, daß viele der aufgezählten Eigenschaften ein Nf-Leistungs-IC als fortschrittlich kennzeichnen, denn sie erweitern den Anwendungsspielraum, erhöhen die Zuverlässigkeit und damit die Qualität.

Herbert Sax, Jahrgang 1947, Lehre als Radio- und Fernsehtechniker, Meisterprüfung in Karlsruhe. Neun Jahre bei Körting in der Grundlagenentwicklung tätig. Seit 1978 ist er bei SGS-Ates im Applikationslabor verantwortlich für den Produktbereich Lineartechnik.

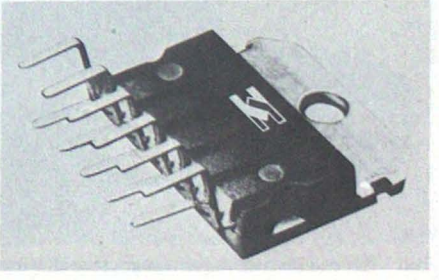


Bild 10. Das Multiwatt-Gehäuse

Ein 2-m-Mobilfunkgerät mit 400 Kanälen für den Funkamateur

Ein typischer Vertreter der neuen Vielkanalgeräte für den 2-m-Amateurfunker ist das T 2002 von JBM (Bowitz, Wiesbaden). Bei genauem Hinsehen und der entsprechenden Marktübersicht stellt man allerdings fest, daß das gleiche Gerät unter verschiedenen Bezeichnungen auch anderweitig verkauft wird, beispielsweise von Pace, oder auch unter der Bezeichnung „Bigear". Das Multi 800 D besitzt das gleiche Innenleben, verwendet aber eine andere Art der Frequenzeinstellung mit nur einem Knopf und der entsprechenden Steuerlogik. Allen Geräten gemeinsam ist jedoch der breite Frequenzbereich von 144,000 MHz bis 147,995 MHz, unterteilt in 800 Kanäle im 5-kHz-Raster. In der Region 1 bzw. auch in Deutschland dürfen aber nur Frequenzen innerhalb der Bandgrenzen von 144,000 MHz bis 146,000 MHz benützt werden.

Das *Bild* zeigt das T 2002. Die Frontplatte mit den Bedienelementen ist recht griffgünstig gestaltet, was sich besonders bei längerer Benutzungsdauer bemerkbar macht. Die Frequenzeinstellung erfolgt über drei Stufenschalter für MHz-, 100-kHz- und 10-kHz-Schritte sowie einen Drucktaster für + 5 kHz. Gegenüber allen anderen Systemen der Frequenzeinstellung hat dieses den Vorteil, daß man einstellen kann, ohne hinzuschauen. Für Relaisbetrieb sind vier Ablagen schaltbar (– 1 MHz, – 600 kHz, + 600 kHz und + 1 MHz). Die Betriebsfrequenz wird sechsstellig angezeigt, wobei die ersten beiden Stellen natürlich fest verdrahtet sind. Die Sendeleistung kann mit einem Drucktaster zwischen 1 W und 30 W umgeschaltet werden. Lautstärke und Rauschsperre werden mit einem Doppelknopf bedient. Zum Auftasten von Relaisfunkstellen ist ein 1750-Hz-Tongenerator eingebaut, der vom Mikrofon aus bedient wird. Das Empfangssignal wird von einem in S-Stufen eingeteilten Profil-Drehspulinstrument angezeigt, ebenso die relative Hf-Leistung. Eine Schutzschaltung schont bei Fehlanpassung der Antenne bzw. Kurzschluß oder offener Leitung das Endstufenmodul.

Ein abgeschirmter Block enthält den Zf-Verstärker mit den Zwischenfrequenzen 16,9 MHz und 455 kHz, den Begrenzer und den Quarzdiskriminator. Für die Selektivität in der ersten Zf sorgen zwei monolithische Quarzfilter, in der zweiten Zf ein übliches keramisches Filter. Eine andere abgeschirmte Baugruppe enthält ein vierkreisiges Helical-Filter, das zur Erhöhung der Weitabselektion zwischen Vor- und Mischstufe angeordnet ist.

Die Geräterückseite ist komplett als Kühlkörper ausgebildet, um eine ausreichende Wärmeableitung für das angeschraubte, vergossene Endstufenmodul sicherzustellen. Neben den Buchsen für Antennenanschluß, Stromversorgung und Zweitlautsprecher ist an der Geräterückseite noch eine 24polige Steckbuchse angebracht, an der alle wichtigen Anschlüsse des Gerätes zugänglich sind.

Das Testgerät hinterließ einen guten Eindruck. Die Empfängerempfindlichkeit für 20 dB S/N lag bei –131,8 dBV, die Nachbarkanalselektion bei +94,0 dB/–92,4 dB, die Interkanalmodulation bei 78,6 dB. Eine Änderung der Antennenspannung von 2 µV auf 20 mV wirkte sich mit einer Änderung des Nf-Pegels von + 1,4 dB aus. Bei Empfangsbetrieb ergab sich eine Ablage von der Sollfrequenz von + 200 Hz, bei Sendebetrieb von + 30 Hz. Die Sendeleistung (in Stellung 30 W) bei 13,8 V Betriebsspannung betrug 29,37 W.

Christian Rockrohr

Bild 1. Für den Betrieb im Fahrzeug setzen sich immer mehr Vielkanal-Funkgeräte durch

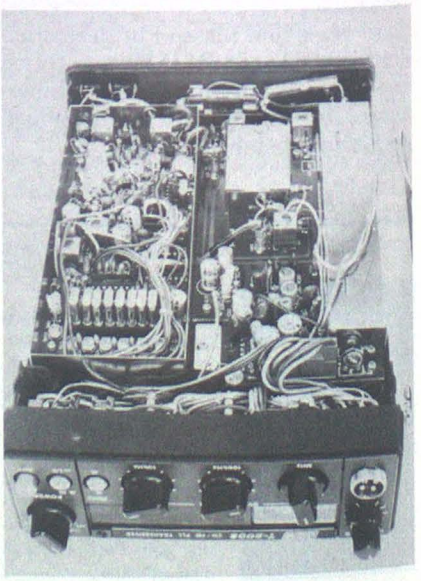


Bild 2. ▶ Ein Blick auf das Innenleben; rechts der Empfänger mit abgeschirmtem Hf- und Zf-Teil, links die Frequenzaufbereitung

Schneller Transistor für PWM-Verstärker

Fortschritte in der Entwicklung extrem schneller Leistungsschalttransistoren und geeigneter schneller Freilaufdioden ermöglichen den Aufbau von Schaltreglern für Ausgangsströme von über 10 A bei Schaltfrequenzen über 200 kHz. Der Einsatz von Schaltreglern mit derartig hoher Schaltfrequenz ist z.B. bei der Funkenerosion und der induktiven Erwärmung bekannt. Neuerdings gewinnt der lineare Digitalverstärker als Anwendungsgebiet zunehmend an Interesse.

Funktionsprinzip

Das Prinzip des linearen Digitalverstärkers (D-Verstärker) ist seit langem bekannt (*Bild 1*). Das Eingangssignal wird vorverstärkt und von einem schnellen Komparator mit einer hochfrequenten Spannung mit dreieckförmigem Verlauf verglichen (*Bild 2*). Am Ausgang des Komparators ergibt sich dann ein hochfrequentes, pulsweitenmoduliertes Rechtecksignal mit konstanter Amplitude. Dieses wird über geeignete Treiberstufen zwei schnellen Leistungsschalttransistoren zugeführt, verstärkt, und steht dann über ein Tiefpaßfilter an der Last (z. B. dem Lautsprecher) zur Verfügung.

Das Tiefpaßfilter hält das hochfrequente Trägersignal und dessen Oberwellen von der Last fern. Es gelangt somit nur das verstärkte niederfrequente Signal an die Last [1].

Der Wirkungsgrad beim D-Betrieb

Beim konventionellen Niederfrequenzverstärker (B-Betrieb) liegt der theoretische Maximal-Wirkungsgrad bei ca. 78 %; in der Praxis werden nur etwa 60 % erreicht. Somit sind bei 200 W Ausgangsleistung ca. 160 W Verlustleistung abzuführen.

Beim linearen Digitalverstärker liegt der theoretische Wirkungsgrad bei 100%; in der Praxis werden 80...90% erreicht. Bei 200 W nutzbarer Ausgangsleistung sind also nur 20...50 W Verlustleistung abzuleiten (im Vergleich zu 160 W beim B-Verstärker).

Die Schaltung

Will man mit einem D-Verstärker den gesamten Audiobereich verzerrungsarm übertragen, so muß der Abstand zwischen höchster Eingangsfrequenz und hochfrequentem Trägersignal wesentlich größer als der Mindestabstand nach dem Abtasttheorem sein. Für ein 20-kHz-Eingangssignal sollte die Schaltfrequenz daher oberhalb von 200 kHz liegen.

Nun ist der Aufbau von Leistungsschaltstufen für 200 kHz ein äußerst

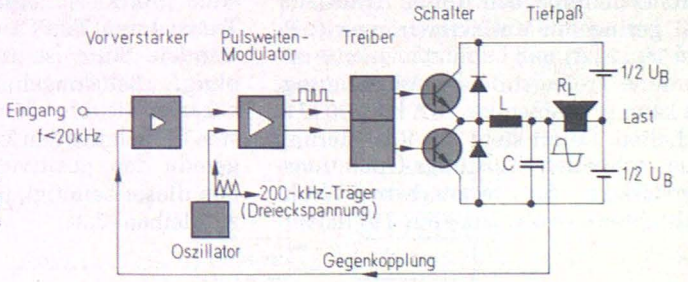


Bild 1. Prinzipschaltung eines D-Verstärkers

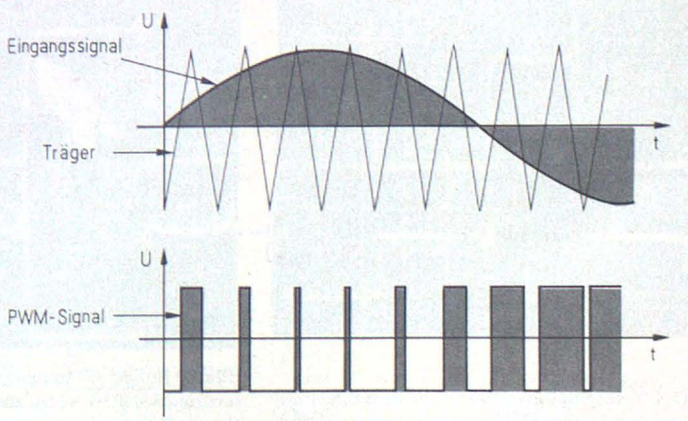


Bild 2. Der Komparator bildet aus der hochfrequenten Dreieckspannung und dem niederfrequenten Nutzsignal ein pulsweitenmoduliertes Rechtecksignal mit konstanter Amplitude

Bild 1. Prinzischaltung eines D-Verstärkers

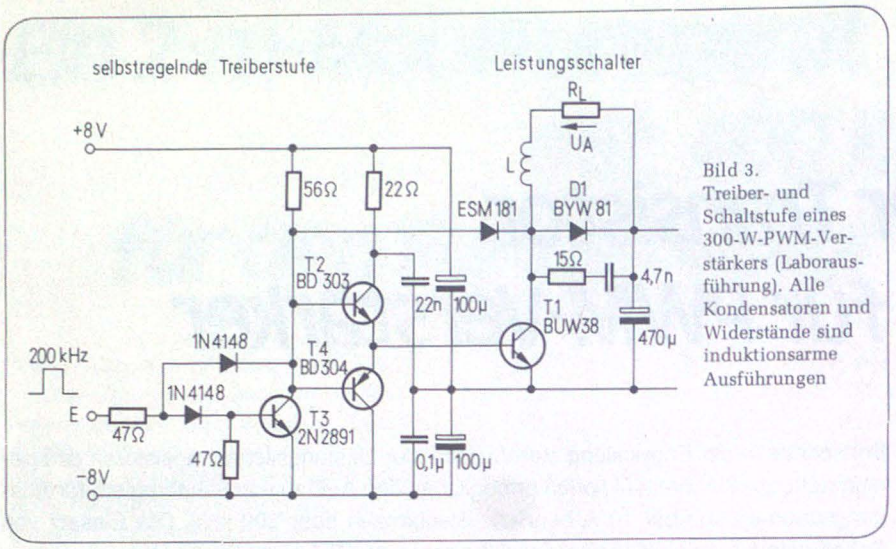


Bild 3. Treiber- und Schaltstufe eines 300-W-PWM-Verstärkers (Laborausführung). Alle Kondensatoren und Widerstände sind induktionsarme Ausführungen

schwieriges Unterfangen. Es gab zwar bisher eine Reihe von ausreichend schnellen Komparatoren zur Erzeugung des pulsweitenmodulierten Rechtecksignals, dennoch mangelte es an geeigneten Leistungstransistoren und Dioden für die Schaltstufen.

Beide Bauelemente stehen nunmehr von Thomson-CSF zur Verfügung. Der Leistungstransistor BUW 38 (Sescosem) ist von seiner Konzeption her ein schneller Schalttransistor mit 1,4 V Sättigungsspannung bei 40 A Kollektorstrom. Betreibt man diesen Transistor bei geringeren Kollektorströmen (z.B. bei 10...12 A) und benutzt man eine optimierte Treiberstufe zur Ansteuerung, so kann er problemlos 10 A bei 200 kHz schalten. Damit steht der Realisierung von schnellen Leistungs-Operationsverstärkern, Servoverstärkern, Wechselrichtern sowie linearen Digitalverstärkern im Nf-Bereich mit Ausgangsleistungen bis zu 500 W nichts mehr im Wege. Es sei allerdings ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der Unterdrückung der Störstrahlung, hervorgerufen durch das stark oberwellenhaltige 200-kHz-Signal, bei einem praktischen Aufbau besondere Beachtung geschenkt werden muß.

Zum schnellen Schalten benötigt der BUW 38 eine Ansteuerung mit positivem und negativem Basisstrom. Diesen zu liefern ist die Aufgabe der Treiberstufe (*Bild* 3), bestehend aus den Transistoren T2, T3 und T4. Die verwendete Stufe ist unter der Bezeichnung „Selbstregelnde Treiberstufe" bekannt. Sie führt dem Leistungstransistor T1 im leitenden Zustand immer nur gerade den positiven Basisstrom zu, den dieser benötigt, um quasi-gesättigt zu bleiben [2,3].

Hierdurch wird die Menge der Minoritätsträger im Leistungstransistor stets extrem klein gehalten und damit die Speicherzeit praktisch zu Null. Da T2 und T3 ebenfalls quasi-gesättigt arbeiten, beträgt die Verzögerungszeit zwischen Eingangssignal der Treiberstufe und Kollektorstrom des Leistungstransistors BUW 38 nur rund 200 ns (*Bild* 4).

Jede Hälfte der quasi-symmetrischen Ausgangsschaltstufe des Digitalverstärkers ist im Prinzip wie ein Flußwandler aufgebaut. Sie besteht aus der Siebdrossel L, dem Lastwiderstand R_L, dem schnellen Schalttransistor T1 und der Freilaufdiode D1 (Bild 3). Mit der Pulsweite wird der Mittelwert der Spannung am Lastwiderstand R_L beeinflußt.

Die Verluste im leitenden Zustand und die *Ausschalt*verluste werden vom Transistor bestimmt. Die *Einschalt*verluste bestimmt die Freilaufdiode D1 mit ihrer Sperrverzögerungszeit t_{rr}, deshalb muß in der Leistungsschaltstufe eine extrem schnelle Fast-Recovery-Epitaxial Diode (FRED) verwendet werden. In einem Mustergerät wurde der Typ BYW 81 mit einer Sperrverzögerungszeit t_{rr} von < 50 ns verwendet.

Praktische Ergebnisse

Die Messungen an der Nachbildung einer 300-W-Endstufe im Applikationslabor von Thomson-CSF ergaben bei einer eingestellten Pulsbreite von 2,2 µs im Transistor:

Verluste im leitenden Zustand 6,3 W, Ausschaltverluste 1,8 W und Einschaltverluste 5,4 W (gemessen bei 200 kHz Schaltfrequenz und 10 A Ausgangsstrom).

Bild 5 zeigt die zeitlichen Verläufe von Strom und Spannung am Schalttransistor.

Klaus Rischmüller

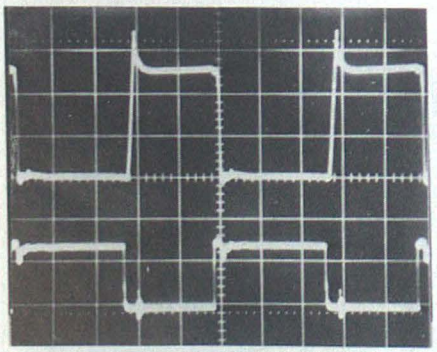


Bild 4. Verzögerungszeit zwischen dem Eingangssignal der Treiberstufe und dem Kollektorstrom des Schalttransistors BUW 38; oben: Kollektorstrom I_c (4 A/div.); unten: Eingangssignal; Zeitablenkung 1 µs/div.

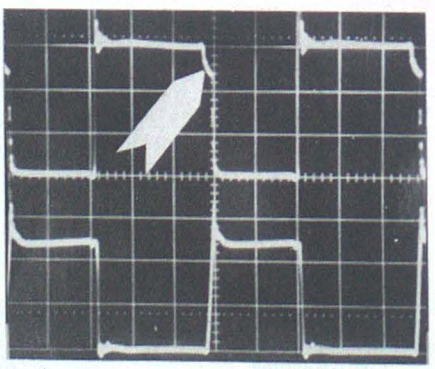


Bild 5. Kollektor-Emitter-Spannung und Kollektorstrom des BUW 38 bei 200 kHz. Die Schaltverluste werden vorwiegend von der Freilaufdiode bestimmt (Pfeil); oben: Kollektor-Emitter-Spannung (10 V/div.); unten: Kollektorstrom I_c (4 A/div.); Zeitablenkung 1 µs/div.

Literatur

[1] *Manz, F.*: Prinzip und Wirkungsweise des PMW-Verstärkers, FUNKSCHAU-Sonderheft High-Fidelity 2.

[2] *Rischmüller, K.*: Eine selbstregelnde Treiberstufe für kleine Schaltzeiten. Elektrotechnik 1978, Heft 43.

[3] *Rischmüller, K.*: Basisansteuerung von Hochvolt-Schalttransistoren. Technische Information Nr. 34/77 der Thomson-CSF-GmbH

Dr. Jakob Dürrwang

Nur die Zahl π

Ein Blick ins Innenleben eines Taschenrechners

Das Innenleben programmierbarer Taschenrechner ist nicht zuletzt deshalb, weil die Hersteller mit Informationen darüber sehr zurückhaltend sind, von vielen Geheimnissen umwittert. An einem einfachen Beispiel, nämlich am Abruf der Zahl π, wird im folgenden Beitrag erläutert, wie solche Rechner funktionieren.

Elektronische Taschenrechner speziell die frei programmierbaren, sind zu einem höchst geschätzten Hilfsmittel des Elektronikers geworden. Liegt es da nicht nahe, auch einmal einen Blick ins Innere zu wagen?! Das hat der Verfasser mit einem älteren HP-65 getan. Wichtigste Hilfsmittel hierzu waren ein 2-Kanal-Oszillograf (Trio CS 1560 A) und gewisse Schaltkreise wie Schieberegister und 8-bit-Vergleicher, die für diesen Zweck zusammengestellt worden sind. Auch eine Zusatz-Einrichtung zum Oszillograf, die eine beliebig verzögerte Zeitablenkung ermöglicht, war vorhanden. Es stellte sich bald heraus, daß diese einfachen Hilfsmittel recht gute Dienste leisteten, indem sie einige interessante Einblicke ins Rechner-Innenleben ermöglichten. An Hand eines einfachen Beispiels, des Abrufs der Zahl π, wird gezeigt, was sich im Rechner dabei abspielt.

Die Rechner-Steuerung

Eine Oszillatorschaltung liefert den Takt, der alle Abläufe im Rechner steuert. Die Frequenz liegt beim HP-65 um 100 kHz. *Bild 1* zeigt ein Blockschema. Man erkennt u. a., daß ein sog. „Zeit-Treiber" aus den Primär-Taktimpulsen zwei phasenverschobene Taktsignale Φ_1, Φ_2 ableitet. Beim Einschalten des Rechners sind vorerst alle Zähler und Register auf Null gestellt, und beim Erreichen der Betriebswerte der Versorgungs-Spannungen gibt ein Flip-Flop ein „Power-On"-Signal (PWO) weiter, wobei alle Teile synchron gestartet werden. Der Rechner arbeitet mit binär codierten Dezimalzahlen. Pro Dezimal-Ziffer werden 4 bit benötigt.

Eine wichtige Takt-Sequenz umfaßt 56 Primär-Takte, was dem Durchlauf-Zyklus verschiedener Schieberegister entspricht, z. B. demjenigen des A-Registers (dem Akkumulator). Festgehalten wird darin eine 10stellige Dezimal-Mantisse plus 2stelligem Exponenten inklusive der beiden Vorzeichen. Dieselbe Sequenz dient auch der Abfrage und Übermittlung von Instruktionen aus den ROM-Registern. Die Sequenz wird durch ein Synchronisationssignal eingeleitet, das im I_S-Bus anfällt. Die ROM-Adressierung erfolgt innerhalb eines eingeschalteten ROM durch Worte zu 8 bit innerhalb der Takte 9 bis 18 der Sequenz. Die ROM-Instruktionen, bestehend aus Worten zu 10 bit, umfassend die Takte 35 bis 44 der Sequenz, fallen am I_S-Bus an. Der HP-65 verfügt über 12 ROM-Register: sie sind in Bild 1 in drei Gruppen (A...C) zusammengefaßt.

Bei der Tastatur sind Zeilen und Spalten auf „Kreuzschienen" verlegt. Eine Tasten-Betätigung vermittelt Kontakt zwischen einer Zeile (1...8) und einer Kolonne (1...5). Nach jeder Tasten-Betätigung erscheint auf dem Adreß-Bus ein 6-bit-Code. Für den Fall, daß π abgefragt wird, ist es der Oktalcode 67 bei Kontaktgabe zwischen den Anschlüssen 20 und 21 der untern Kontaktleiste, d. h. bei Betätigung der Präfix-Taste „g" und dann Code 74 bei Kontaktschluß zwischen den Anschlüssen 17 und 26, entsprechend Betätigung der mit der Zweitfunktion π gekennzeichneten Taste.

Für die Aufnahme von Oszillogrammen benötigt man neben Synchronisationssignalen des Rechners Anschlüsse an den Adreß-Bus und den Instruktions-Bus. Interessante Aufschlüsse vermittelt auch der mit BCD bezeichnete Bus, der dem gegenseitigen Datenaustausch zwischen der Arithmetik-Registereinheit sowie dem Datenspeicher dient. Alle diese Anschlüsse sind in einer Zehner-Kontaktreihe auf der Seite der Rechner-Hauptplatine bequem zugänglich.

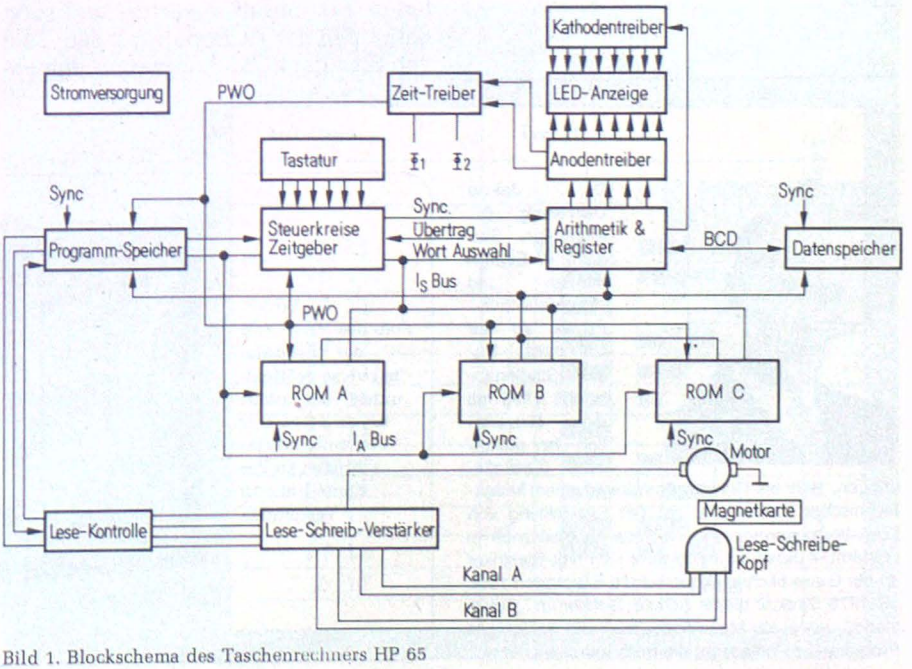


Bild 1. Blockschema des Taschenrechners HP 65

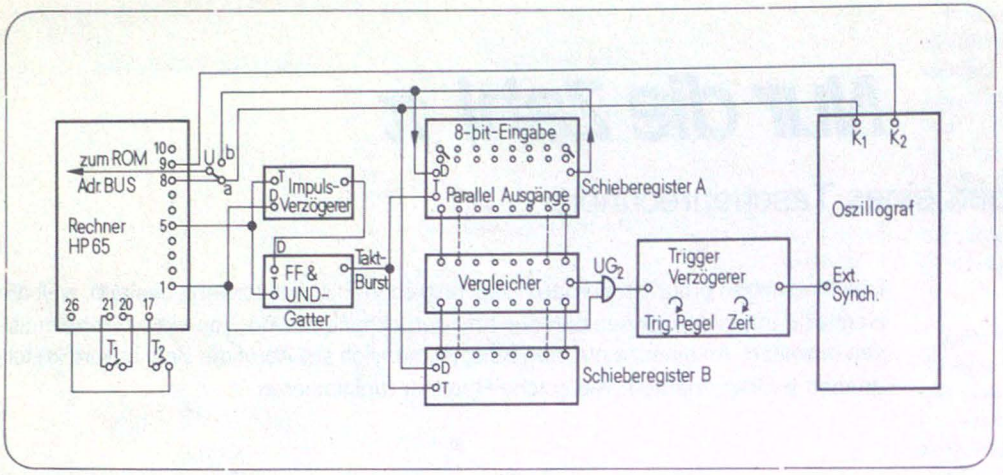


Bild 2. Blockschema der Meßanordnung; links: Rechner HP 65; rechts: Zwei-Kanal-Oszillograf; Mitte: Hilfs-Schaltungen als Interface zwischen Rechner und Oszillograf

Hilfsschaltungen

Der Versuch, das Geschehen auf I_A- und I_S-Bus oszillografisch zu beobachten, führt aus verschiedenen Gründen zu keinem Erfolg. Einmal ist die Zeitdifferenz zwischen dem interessierenden Oszillogramm und dem Sync-Impuls nicht konstant, sondern je nach dem Augenblick der Tasten-Auslösung vom Zufall abhängig. Es läuft nämlich nach dem Einschalten des Rechners dauernd eine Schleife eines Kontroll- und Steuerprogramms mit 38 Schritten ab. Die Auslösung der Zahl π erfolgt nicht im Moment der Tasten-Betätigung, sondern erst danach, wenn ein bestimmter Schritt des Kontroll-Programms fällig ist. Es kann also zwischen Tastenbetätigung und Auslösung eine Verzögerung bis zu etwa 0,4 ms entstehen, was keine brauchbare Synchronisation ergibt.

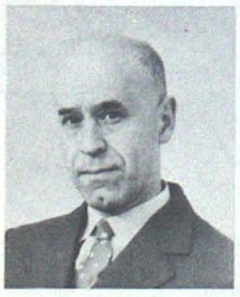
Erzeugung willkürlicher ROM-Adressen

Hierdurch kann nach Wunsch jede gespeicherte Instruktion eines eingeschalteten ROM abgefragt werden. Beim Rechner, links in *Bild 2*, wird der Umschalter U in Stellung b gebracht, dadurch wird die Verbindung zwischen Adreß-Bus und dem Steuerkreis des Rechners unterbrochen und dafür eine Verbindung mit dem Serie-Ausgang des Schieberegisters A der Hilfsschaltung hergestellt. Das Schieberegister A ist neunstufig. Die ersten acht Stufen können durch entsprechende Einstellung von acht Kippschaltern, je nach gewünschter ROM-Adresse, durch Parallel-Eingabe gesetzt werden.

Ein Impulsverzögerer entsprechend 18 Primär-Taktimpulsen wird durch den vom Rechner an Testpunkt 1 gelieferten Taktimpuls ausgelöst und sorgt dafür, daß der 19. Impuls mit dem Takt von Bit 1 der ROM-Adresse zusammenfällt. Er löst in einem Flipflop mit nachgeschaltetem UND-Gatter eine Taktserie von neun Primär-Taktimpulsen aus. Dieselbe schaltet das Schieberegister bis in Ruhestellung 9 durch. Der Serie-Ausgang des Schieberegisters A liefert dem Rechner während des Schiebevorgangs die gewünschte ROM-Adresse. Der Rechner antwortet durch Abgabe der entsprechenden ROM-Instruktion auf den I_S-Bus. I_A und I_S sind auf die zwei Kanal-Eingänge K_1, K_2 des Oszillografs geführt. Die Anzeige erfolgt periodisch und die Trigger-Einstellung am Oszillograf steht auf „Auto". *Bild 3* zeigt die Anschlußpunkte am HP-65.

Auslösung der Zeitablenkung bei bestimmten ROM-Adressen

• Ein 8stufiges Schieberegister B, das bei Schalterstellung a von U im Serie-Eingang D die ROM-Adressen des Rechners aufnimmt, gibt dieselben au-



Dr. Jakob Dürrwang, 67. Altersjahr, Studium in Experimental- und Theoretischer-Physik an der Universität Basel, Studienabschluß 1936 mit einer Dissertation über elektrische Gasentladungen. 1939 bis 1946 als Physiker in einem kriegstechnischen Labor u. a. mit der Entwicklung von Funk-Wettersonden tätig. Nachher hauptsächlich im Lehramt. 7 Jahre als Fachlehrer für Funk-Elektriker an der Gewerblichen Berufsschule Basel. Von 1956 bis 1976 Direktor dieser Schule. Seither im „Ruhestand", wobei ich Muse finde, mich mit denjenigen Problemen zu befassen, die mich interessieren.

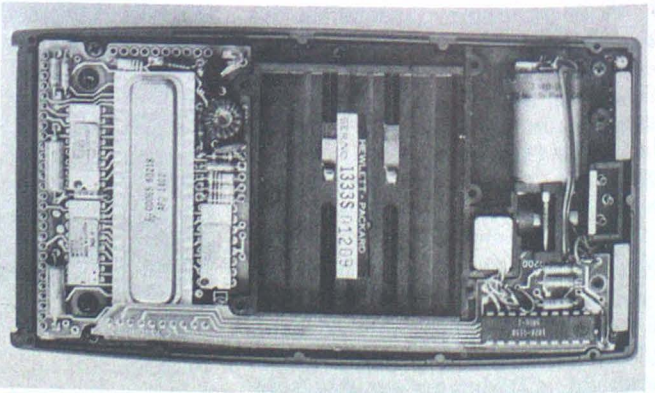


Bild 3. Foto des HP 65 von der Rückseite, teilweise geöffnet; unten: Hauptplatine, an deren Unterkante 28 Anschlüsse, an der Kante links 10 Testpunkte

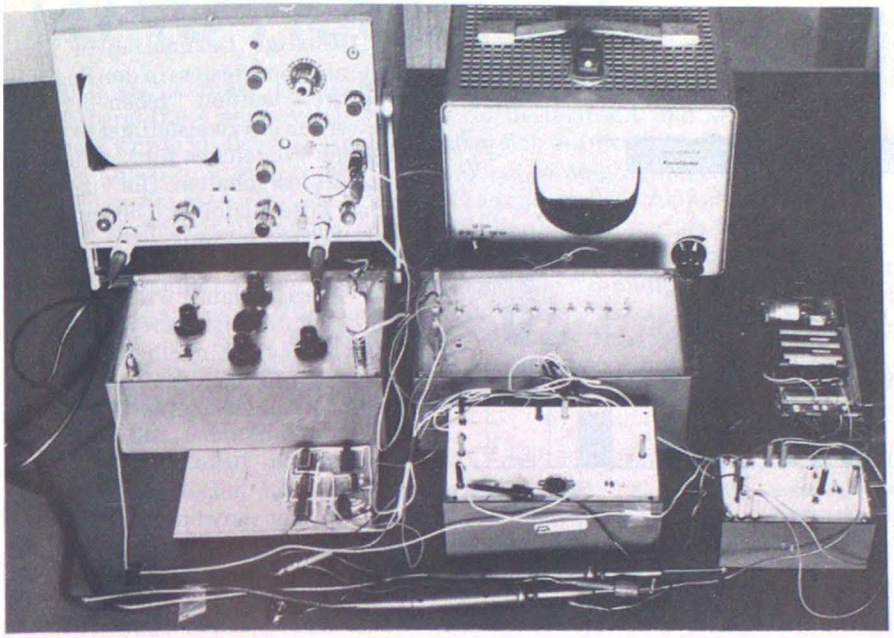


Bild 4. Gesamtansicht der Meßanordnung – obere Reihe: Oszillograf und Netzgerät; mittlere Reihe: Trigger-Verzögerung, Schieberegister A und rechts Rechner; untere Reihe: Schaltkreis für Impulsverzögerung, Schieberegister B und Vergleicher, rechts Umschalter und Taster

Der Abruf der Zahl π

Die 8-bit-Eingabe wird zu 00110011 eingestellt, ein Wert, der sich nach längeren Recherchen ergeben hat. Es wird mit einmaliger Zeitablenkung gearbeitet, wobei die Auslösung der Beobachtung durch nacheinander erfolgende Betätigung der Tasten T_1 und T_2 (vergl. Bild 2, die Tasten befinden sich unterhalb des Rechners) erfolgt. T_1 entspricht der Zweitfunktionstaste „g", T 2 der Taste π.

Bei richtiger Justierung bleibt der Oszillografenschirm dunkel und leuchtet nur nach Betätigung der Taste 2 auf. Die Zeitbasis am Oszillograf wird auf 50 µs/cm einreguliert und die Zeitdehnung „5 x" eingeschaltet. Mit dem entsprechenden Zeitdehnungsregler kann die Lage des Oszillogramms fein geregelt werden. Die Grob-Justierung, d. h. die Auswahl des Oszillogramms aus einer größeren Sequenz, erfolgt durch Regelung der Trigger-Verzögerung.

ßerhalb des Schiebe-Zyklus parallel an den 8-bit-Vergleicher weiter. Die zweite Serie der zu vergleichenden Bits stammt von der Bit-Eingabe des Schieberegistes A. Sobald der Rechner die vorgewählte ROM-Adresse liefert, quittiert das der Vergleicher durch ein H-Signal. Über das UND-Gatter UG_2 wird dann zur Zeit des 56er-Sequenz-Syncimpulses ein Trigger-Signal geliefert. Dasselbe kann vom Trigger-Verzögerer – vergl. Bild 2 – nochmals beliebig verzögert der Buchse „externe Synchronisation" des Oszillografs zugeleitet werden.

Das Gerät für die Trigger-Verzögerung enthält im wesentlichen als Nachbau ein Duplikat der Schaltungsteile für Zeitablenkung nebst Triggerverstärkung und Regulierung, wie sie im Trio-Oszillograf vorhanden sind. Der Sägezahn des Ablenk-Generators und eine wählbare Gleichspannung liegen an den Eingängen eines Operationsverstärkers TAA 861 A. Als Triggersignal erscheint am Verstärker-Ausgang der zeitlich regelbare Spannungssprung. Er wird dem Oszillograf als verzögertes Trigger-Signal zugeleitet. Die beschriebene „Hilfseinrichtung" hat sich bei verschiedenen Untersuchungen an dem erwähnten Rechner bestens bewährt. Sie ermöglicht selbst aus „einmalig" ausgelösten Programm-Abläufen diejenigen Partien, die interessieren, aufzusuchen und zu oszillografieren (*Bild 4*).

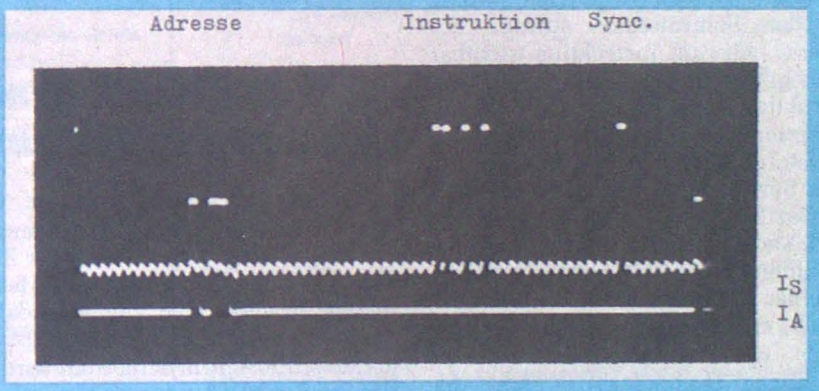


Bild 5. Oszillogramm einer einzelnen Dezimalstelle der π-Registrierung nebst zugehöriger ROM-Adresse; es beginnt mit der Adresse, dann folgt der Befehl und der Sync-Impuls. Unten ist der F_A-, oben der I_s-Verlauf zu sehen

Bild 6. Zusammenstellung von 12 aufeinanderfolgenden ROM-Instruktionen, die sich auf die π-Speicherung beziehen

Adresse	Instruktion 1 2 4 8	Wert
15 11		
16 11		7
17 11		8
20 11		5
21 11		3
22 11		9
23 11		8
24 11		1
25 11		6
26 11		3
27 11		5
30 11		

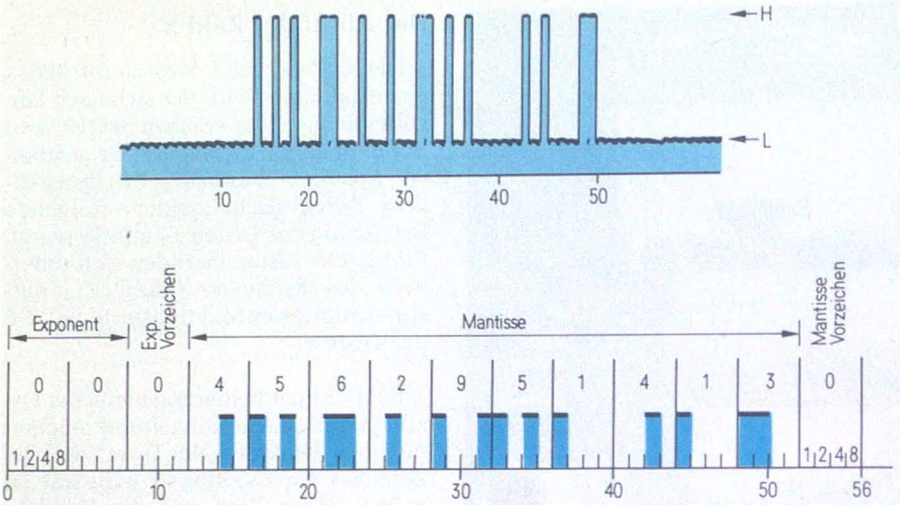


Bild 7. Die Zahl π, wie sie abschließend im Register A erscheint; oben: Oszillogramm, die Zahlen auf x-Achse entsprechen der Takt-Numerierung; unten: Art der Speicherung, bei den Vorzeichen bedeuten 0 = plus, 9 = minus

Auf diese Weise gelingt es z. B., die Wertefolge, in welcher die 10 Dezimalstellen der Zahl π im entsprechenden ROM-Register gespeichert ist, Stelle pro Stelle sichtbar zu machen, wobei auf der Schirmbreite sowohl die Adresse wie die Instruktion sichtbar gemacht werden. Zusätzlich enthält die Instruktion einen Sync-Impuls. Im Oszillogramm (*Bild 5*) ist die 3. Stelle der Wertefolge sichtbar. Die Auswertung einer Serie von 12 aufeinanderfolgenden Oszillogrammen ist in *Bild 6* dargestellt. Man erkennt, daß die uns interessierenden Daten jeweils in den letzten 4 bit, einer 10-bit-Gruppe erscheinen. Die Angabe erfolgt dezimal codiert. Festgehalten erscheint die Mantisse der 10stelligen Dezimalzahl, welche der Reproduktion des Wertes π dient, aber noch nicht dieser Wert ist. Die Zahlenfolge lautet:

7853981635.

Die entsprechenden Werte erscheinen auch im Register A, wobei nach Durchlauf jeder 56er Sequenz eine weitere Stelle hinzu kommt, bis 10 Stellen komplett sind. Die uns bekannten Werte von π erscheinen erst im folgenden Prozeß-Durchgang. Rechnerisch läuft es darauf hinaus, daß der vorerst erhaltene Wert durch die Zahl 2,5 dividiert wird; aus

7,853981635
entsteht so der Wert
3,141592654.

In *Bild 7* ist schließlich gezeigt, wie dieser Wert als Oszillogramm aussieht. Der entsprechende Spannungsverlauf kann z. B. am BCD-Bus abgegriffen werden. Oben steht das Oszillogramm. Die Zahlen an der X-Achse sind die Numerierung der Takt-Impulse. Im Bild unten ist ferner erklärt, wie rechner-intern 10stellige Dezimalzahlen innerhalb eines 56er-Rasters in den Registern gespeichert werden. Neben der Mantisse werden ein zweistelliger Exponent nebst den Vorzeichen für Mantisse und Exponent festgehalten. Die Vorzeichen sind als Ziffern codiert: 0 bedeutet plus, 9 entsprechend minus.

Der Prozeßablauf, wie er hier geschildert worden ist, ist vereinfacht und enthält nicht alle Einzelheiten. Doch erschien es reizvoll, wenigstens einen Blick ins Innenleben eines Rechners zu tun. Sind wir dankbar, daß der Rechner so verläßlich 10stellige Zahlenwerte speichert und auf Abruf wiedergibt, ohne daß der Anwender sich um die komplexen Prozeßabläufe zu kümmern braucht!

Literatur

Chung C. Tung: „The Personal Computer"; A Fully Programmable Pocket Calculator. Hewlett-Packard Journal Mai 1974.

10 MHz-Oszillograf mit selbstabstimmender Zeitbasis

Bei diesem 10-MHz-Oszillograf, Typ 5513 SF, bietet Kikusui eine Automatik, um das ständige Umschalten der Zeitablenkung bei sich ändernden Meßsignalen zu vermeiden. Sie sorgt dafür, daß immer eine feste Schwingungszahl auf dem Bildschirm dargestellt wird. In der Praxis bedeutet das, daß bei ständiger Änderung der Eingangsfrequenz, wie es beispielsweise bei Abgleichvorgängen in der Produktion der Fall ist, auf dem Bildschirm immer die eingestellte Schwingungszahl (einstellbar zwischen 1 und 4) sichtbar ist. Der Vorteil dieser Automatik liegt in der Zeitersparnis, die durch die Umschaltung der Ablenkzeiten bedingt ist, und in dem Ausschalten von Fehlbedienungen.

Das Modell 5513 SF (*Bild*) ist ein Zweikanaloszillograf mit 10 MHz Bandbreite, einer Empfindlichkeit von 10 mV/cm und bietet die Möglichkeit der Automatik- und TV-Triggerung.

Das Oszilloskop 5513 SF besitzt eine selbstabstimmende Zeitbasis, die unabhängig von der Frequenz im Arbeitsbereich eine konstante Anzahl von Schwingungen auf dem Schirm darstellt

Fünf Tage ist der Killesberg Elektronik-Mekka:

ELTRO-HOBBY '79

Vom 3. bis 7. Oktober 1979 dauert die ELTRO-HOBBY '79 auf dem Stuttgarter Killesberg. Diese neue Ausstellung für Hobbyelektronik und Mikrocomputertechnik wurde ins Leben gerufen, nachdem sich der große Erfolg ähnlicher Veranstaltungen, z. B. in Dortmund und in Wien, herumgesprochen hatte. Und dabei übernahm man auch die bewährte Einrichtung des „Aktionszentrums", in dem Besucher von firmenneutralen Fachleuten beraten werden. Hier erhält man Auskünfte über das Ätzen von Platinen, über richtiges Löten, über den Kauf und die Programmierung von Mikrocomputern, über CB-Funk, über DX-Empfang, über den Umgang mit Tonbandgeräten, über den Amateurfunk und vieles andere mehr. Um Ihnen einen Überblick über die Aussteller auf der ELTRO-HOBBY '79 zu verschaffen, haben wir alle vertretenen Firmen in nachstehender Tabelle (Stand: 20.8.1979) zusammengefaßt.

ELTRO-HOBBY '79

Öffnungszeiten: 4. bis 7. Oktober 1979, 9 Uhr bis 18 Uhr.

Der 3. Oktober ist Händlertag; an diesem Tag hat das Publikum noch keinen Zutritt.

Eintritt: Tageskarte 6 DM, ermäßigte Tageskarte für Schüler, Studenten, Rentner 3,50 DM; Dauerkarte 10 DM.

Stand-Nr.	Aussteller	Ausstellungsgegenstände
205	Abor Elektronik Adolfstr. 13 6340 Dillenburg 1	Lichtorgeln, Verstärker, Bausätze, Fertiggeräte, Leuchten, Bauelemente, Gehäuse
316	Adcomp Datensysteme Horemannstr. 8 8000 München 19	Drucker für PET und TRS-80, Mikrocomputer-Peripherie
226	AP Products Postfach 1104 8011 Poing b. Mchn.	Experimentier- und Laborzubehör
215	Arlt Katherinenstr. 22 7000 Stuttgart 1	Elektronische Bauelemente und Geräte
310	Atec Electronic Hohenzollernstr. 49 8000 München 40	Solarzellen, Bauelemente, Fachbücher, Experimentierkästen
209	Bastler-Service Schützenstr. 3 1549 Emmendingen	Adapter, Lichtorgeln, Phonozubehör
323	B & Ze electronic Brennerstr. 12 2000 Hamburg 1	Mikrofone, Kopfhörer, Sprechgarnituren
219	Bekatron Postfach 1125 8907 Thannhausen	Stecksysteme, Hi-Fi-Boxen-Bausätze, Analog- und Digital-Kits
243	Beltz-Verlag Postfach 1120 6940 Weinheim	Fachbücher, Zeitschrift „Funk"
303	Wickeltechnik I. Bernock Böheimstr. 47/I 7000 Stuttgart 1	Bausätze, Bauelemente, Mikrocomputer, Peripherie, Trafos
239	Blang Spezialwerkzeuge Bremer Straße 46 2107 Rosengarten	Befestigungs- und Verbindungswerkzeuge
322	Dr. Rainer Böhm Postfach 2109 4950 Minden	Elektronische Orgeln und Zubehör, Schallplatten, Verstärker
217	Buch-Stehn Bahnhofstraße 13 7000 Stuttgart 50 (Bd. Cannstatt)	Fachbücher
242	Conrad Electronic Grundstraße 31 8452 Hirschau	Bausätze, Bauelemente, Funkgeräte, Meß- und Prüfgeräte, Boxen, Verstärker Werkstattbedarf
314	Computershop Unterortstr. 10 6236 Eschborn	Mikrocomputer, S-100-Peripherie, Textverarbeitungs-Software
231	Dahms-Elektronik Bürgermeister-Neff-Str. 19 6806 Viernheim	Bauelemente, Mikrocomputer
237	Digital-Electronic Ernst-Essich-Weg 5 7120 Bietigheim-Bissingen	Fakturiersystem, Tischrechner mit Kugelkopf-Schreibmaschine
2002	U. Drewanz Niederelberter Str. 6 5431 Holler/Westerwald	Quarzthermostate, Quarzoszillatoren, gravierte Anstecknadeln
327	Dynatrade Kaiser-Wilhelm-Ring 41 4000 Düsseldorf 11	Meß- und Prüfgeräte, Funkzubehör
213	Eldimex Am Wildzaun 21 6082 Walldorf b. Frankft.	Bauelemente, Baugruppen, Meßgeräte
224	electric contact Kasernenstraße 3 7300 Esslingen	Lichtsteuergeräte, Modellbahnelektronik, Mikrocomputer, Bausätze, Bauelemente
312	Elektor-Verlag Postfach 1150 5133 Gangelt 1	Literatur, Demonstrationsgeräte nach Elektor-Bauanleitungen
301	Heinz-Heise-Verlag Postfach 2746 3000 Hannover 1	Literatur, Platinen
229	Feltron Postfach 1169 5210 Troisdorf	Mikrocomputer, Literatur, Testsysteme
210	Folimex Magazinstr. 46a 5000 Köln 90	Zeichenbedarf, Abreibefolien
221	Frech-Verlag Vaihinger Landstr. 4 7000 Stuttgart 1	Fachliteratur
225	Franck'sche Verlagshandlung Postfach 640 7000 Stuttgart 1	Experimentierkästen, Bücher

230	**Franzis-Verlag** Postfach 37 01 20 8000 München 37	FUNKSCHAU, ELEKTRONIK, ELO; Sonderhefte über Videotechnik, Autoelektronik und Mikrocomputer; Fachbücher, Platinen, Mustergeräte
244	Ghielmetti Postfach 55 6392 Neu-Anspach 1	Experimentiersysteme, Codierschalter, Studio-Mischverteiler, Timer
223	Gould-Advance Dieselstraße 5–7 6453 Seligenstadt	Oszilloskope, Multimeter, Zähler, Signalgeneratoren
202	HK electronic Gerberstraße 20 7100 Heilbronn	Bauelemente, Bausätze, Lötgeräte
208	Ing. W. Hofacker Postfach 437 8000 München 75	Fachliteratur, Computer-Programme, FUNKSCHAU-Programmkassetten
220	Hopf electronic Postfach 1851 5880 Lüdenscheid	Funkuhren und Einzelbauelemente hierzu
234	Intacom Hohenheimer Str. 11 7022 Leinfelden-Echterdingen	Mikrocomputer und Peripherie, Software
228	Thomas Igiel Elektronik Postfach 4126 6100 Darmstadt	Elektronische Bauelemente
328	Info-Telecom Holzhäuser Straße 3 7336 Uhingen	Funkgeräte und Zubehör
235	Inter-Power Ost-West-Str. 12 2000 Hamburg 1	Bauelemente, Fertiggeräte, FUNKSCHAU-Bausätze (z. B. Mini-Funkuhr)
238	ip-Lehr- und Experimentiersysteme Platanenweg 6 7992 Tettnang	Experimentierhilfsmittel, Baukästen, Software, Bausätze
216	Klingeberger Postfach 7763 7750 Konstanz	Elektronisches Spielzeug
245	Körner Postfach 9 7016 Gerlingen	Fachliteratur, Land- und Weltkarten
2001	Konradin-Verlag Postfach 1380 7022 Leinfelden 1	Fachliteratur, Seminarmappen
3074	Krogloth-Electronic Hillerstr. 6 8500 Nürnberg	Halbleiter, Meßgeräte, Funkzubehör
204	Kunhardt Postfach 1506 7050 Waiblingen	Gebrauchte Computer, Mikrocomputer
326	Lindy Postfach 1428 6800 Mannheim	Bausätze, Experimentierkästen, Literatur, Verstärker, Werkzeug
315	MB-electronic Postfach 1225 7737 Bad Dürrheim	Meß- und Netzgeräte, Steckverbinder, Schalter, Kontrolleuchten
318	Meyer Elektronik Postfach 74 6340 Dillenburg	Lichtorgeln, Verstärker, Bausätze, Bauelemente
214	Micro-Shop Bodensee Marktstraße 3 7778 Markdorf	Fachliteratur, Programmkassetten, Mikrocomputer und Peripherie
232	Moditronik Postfach 10 45 48 2000 Hamburg 1	Bauelemente, Bausätze, Geräte
241	MM-Computer 8210 Prien am Chiemsee	Mikrocomputer und Peripherie, Software
222	N.A.S. Briennerstraße 56 8000 München 2	Mikrocomputer und Peripherie, Software
308	Oppermann Dühlfeld 29 3051 Sachsenhagen	Bausätze, Bauelemente, Literatur, Lichtsteuergeräte, Lautsprecherboxen, Funkzubehör, Experimentierkästen
201	Penny electronic Neckarstraße 86 7000 Stuttgart 1	Bauelemente und Bausätze
240	Philips Postfach 10 14 20 2000 Hamburg 1	Bausätze, Experimentierkästen
233	Playtronic Am Stimmbeck 2 2149 Heeslingen	Prüf- und Meßgeräte, Bausätze, Lichteffekt-Geräte
212	POP electronic Heinrich-Hertz-Str. 11 4006 Erkrath 1	Elektromechanische Bauelemente, Drehknöpfe, Skalen
236	Populäre Elektronik Postfach 10 38 60 2000 Hamburg 1	Fachzeitschriften, Platinen, Frontplatten
325	Resco electronic Hessenbachstraße 35 8900 Augsburg	Bauelemente, Bausätze, Zubehör
211	S.A.F.T. Kaiserleistraße 44 6050 Offenbach am Main	Akkus und Ladegeräte
311	Scarabäus Postfach 21 02 46 5300 Bonn-Mehlem	Antennen, Transverter, Zubehör
321	Schmidt Electronic Postfach 249 5780 Bestwig	CB- und Amateur-Funkgeräte, Antennen, Zubehör
203	Ing. Oswin Schulz Nemering 102 8351 Schaufling	Meß- und Prüfgeräte
304	Strixner Electronic Jahnstraße 18 8000 München 5	Meßgeräte, Boxen, Netzgeräte, Bauelemente
305, 309	Tandy Immermannstraße 57 4000 Düsseldorf	Mikrocomputer TRS-80 und Zubehör, Software; Gegensprechanlagen, Autoradios, Verstärker
206	Teach Hard- und Software Zähringer Straße 15 7500 Karlsruhe	Taschenrechner, Mikrocomputer
319	Thomsen-Elektronik Hauptstraße 54a 6349 Nenderoth	Bausätze, Bauelemente, Fachliteratur, Lichtsteuergeäte, Meß- und Prüfgeräte
227	Peter Schukat Pfalzstraße 5–7 5657 Hann/Rheinland	Lautsprecher-Boxen und Zubehör
251	Vogel-Verlag Postfach 6740 8700 Würzburg 1	Fachzeitschriften
250	WEFA Ammerseestraße 99 8021 Neuried b. Mchn.	Meß- und Prüfgeräte, Experimentiersysteme
317	Zierhut-Elektronik Postfach 1504 8720 Schweinfurt	Bauelemente, Lichtorgeln

Michael Lass

Temperaturkompensation von Oszillatoren praktisch ausgeführt

Der Nachbau einer Oszillatorschaltung garantiert keineswegs eine gute Stabilität. Was bei der praktischen Ausführung zu beachten und wie mit amateurmäßigen Mitteln eine Temperaturkompensation realisierbar ist, soll hier gezeigt werden.

Wer sich noch aktiv mit dem Selbstbau von Funkgeräten beschäftigt, hat in den letzten Jahren zwei Trends beobachten können: Die Frequenzen der durchstimmbaren Oszillatoren sind immer höher geworden, und sie wurden digital an einen Quarzoszillator „angebunden", um die für Einseitenbandtelefonie und Telegraphie notwendige Stabilität zu erhalten. Gegen die hohe VFO-Frequenz ist kaum etwas zu sagen, da auf diese Weise wichtige Eigenschaften, besonders die des Empfängers, positiv beeinflußt oder manche Konzepte überhaupt erst ermöglicht werden.

Die Digitalisierung um jeden Preis hat jedoch ihre Grenzen, wenn es um den technischen Aufwand, die Nebenwellenfreiheit und ein Minimum an Rauschseitenbändern geht. Die Bewältigung der Abschirmprobleme setzen auch meisterliche Klempnerarbeit voraus, denn meistens hilft nur ein wasserdichter Einbau der Digital-ICs mit der dazugehörenden Verdrosselung *aller* Leitungen.

Hier soll an einem praktischen Beispiel gezeigt werden, daß eine mehr als ausreichende Stabilität auch in konventioneller Technik möglich ist. Etwas Zeit und natürlich Geduld ist aber unbedingt notwendig. Dafür übertrifft das Ergebnis die Daten der meisten käuflichen Geräte, eine einmal sauber eingestellte SSB-Station verändert die Tonhöhe auch in mehrtägigem Betrieb nicht hörbar. Ebenso positiv ist es mit der Frequenzstabilität bei mechanischen Erschütterungen: Ein Fallenlassen des Gerätes aus einigen Zentimetern Höhe auf die harte Tischoberfläche ändert die Tonhöhe weniger als etwa 3 Hz! Es ist also durchaus möglich, einen mobilfunk-tauglichen VFO selbst zu bauen.

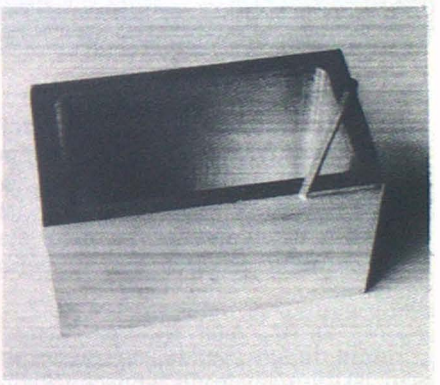


Bild 2. Das Gehäuse sollte möglichst aus einem Stück gefräst werden

Die verwendete Schaltung

In einem Allwellenempfänger wird die in [1] beschriebene und in *Bild 1* gezeigte, leicht modifizierte Oszillatorschaltung verwendet. Bedingt durch das Premix-Verfahren ergibt sich eine VFO-Frequenz von 45 bis 47 MHz bzw. 37 bis 39 MHz in einem anderen Empfänger. Dem eigentlichen Oszillator, der mit einem FET bestückt ist, folgen eine Verstärker- und eine Trennstufe. Sollen sich, besonders beim Einschalten und der damit verbundenen Erwärmung ändernde Transistorkapazitäten nicht störend bemerkbar machen, sind relativ große, dem aktiven Bauelement parallel geschaltete Kapazitäten günstig. Auch gelingt der mechanische Aufbau leichter, wenn der Drehkondensator einseitig geerdet ist. Diese Forderungen sind in der vorliegenden Schaltung erfüllt.

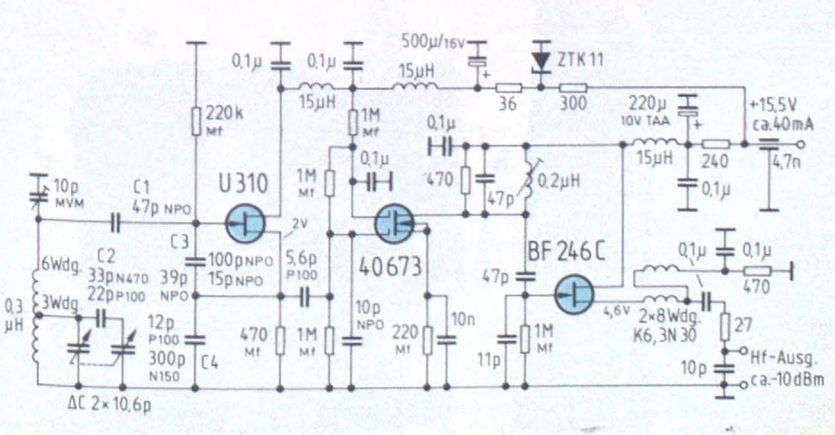


Bild 1. Die verwendete Oszillatorschaltung

Der mechanische Aufbau

Wer hätte nicht schon einen Oszillator nachgebaut, von dem der Entwickler behauptet hat, daß mit diesem und jenem Kondensator eine sehr gute Tem-

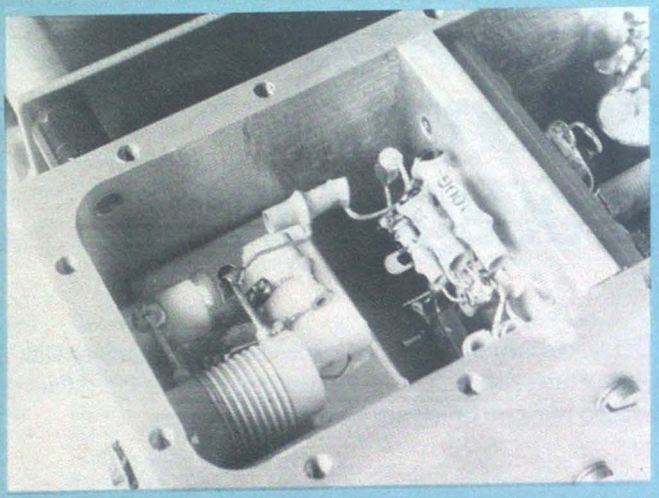


Bild 3.
Der eigentliche Oszillator ist konventionell aufgebaut

peraturkompensation erreicht wurde? Das eigene Ergebnis ist dann in jedem Fall enttäuschend, denn die angegebene Stabilität wird nie erreicht. Das ist eigentlich leicht einzusehen, denn die Kompensation beginnt bereits beim Gehäuse.

Um in diesem Punkte ganz sicher zu sein, ist die höchste mechanische Stabilität gerade gut genug. Hier wurde das Gehäuse „aus dem Vollen" gefräst, jedoch zeigte ein Aufbau mit einzelnen, 6 mm starken Aluplatten gleichwertige Ergebnisse. *Bild 2* zeigt den noch nicht weiter bearbeiteten Block. Ausgangsmaterial war ein quadratischer Aluminiumstab mit 50 mm Kantenlänge, wie er handelsüblich ist.

Wird eine große Wandstärke verwendet, so hat das noch weitere Vorteile: Die Wärmekapazität ist so groß, daß sich schnelle Temperaturänderungen an der Außenwand nur sehr langsam den Bauteilen im Innern mitteilen. Beim Aussuchen der frequenzbestimmenden Elemente braucht daher nicht darauf geachtet zu werden, daß sie sich gleichmäßig erwärmen. Eine „dynamische Kompensation", die äußerst schwierig durchführbar wäre, entfällt.

Von Ausnahmen abgesehen hat eine gedruckte Schaltung in einem guten Oszillator nichts zu suchen. Wesentlich stabiler verhalten sich Stützpunkte, die analog der Schaltung genau an der mechanisch richtigen Stelle an der Außen- oder einer Trennwand plaziert werden. Beim Verfasser haben sich besonders Teflonstützpunkte bewährt, wie es sie in vielen Variationen gibt. In *Bild 3* ist der Aufbau zu erkennen, es ergeben sich äußerst kurze Anschlüsse zu den Kondensatoren, Widerständen und zum Transistor. Eine Mikrofonie ist fast nicht feststellbar. Die Nachverstärker- und Pufferstufe ist dagegen auf einer Printplatte aufgebaut, wie in *Bild 4* zu erkennen ist.

Auswahl der Bauelemente

Um überhaupt eine Temperaturkompensation durchführen zu können, ist die Beschaffung elektrisch stabiler Bauelemente notwendig. Nur eine Spule mit eingebrannter Wicklung wird zu reproduzierbaren Resultaten führen. Hinzu kommt noch, daß diese Induktivitäten (Stettner & Co., Postfach 7, 8560 Lauf) eine sehr hohe Güte besitzen, die für die Qualität des Oszillators außerordentlich wichtig ist. Die frequenzbestimmenden Kondensatoren können entweder aus Glimmer oder Keramik sein. Beide Materialien weisen eine gute Langzeitstabilität auf. Hier wurde den keramischen Typen der Vorzug gegeben, weil sie in einer Vielzahl von Temperaturkoeffizienten zu haben sind und so überhaupt erst eine Frequenzkompensation gegen Wärmeschwankungen ermöglichen. Es ist daher sinnvoll, die notwendigen Kapazitätswerte gleich in mehreren TK-Werten zu beschaffen. Dabei reicht es normalerweise aus, solche mit P 100, NP0 und N 150 zu haben. Kleine Kapazitätswerte, die besonders häufig benötigt werden, ermöglichen dann das Zusammenschalten auch zu „krummen" Werten.

Wie *Bild 5* zeigt, schwankt der angegebene Temperaturkoeffizient jedoch in gewissen Bereichen, so daß auch aus

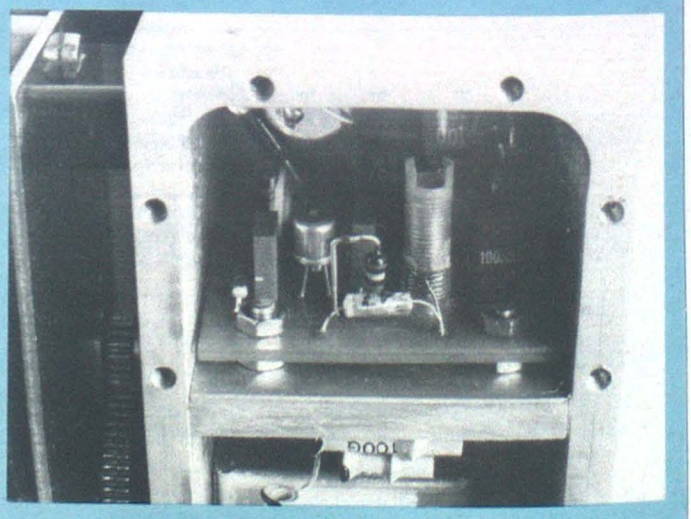


Bild 4.
Trennstufe und Nachverstärker

Michael Lass, geb. 1940 in Stettin, Lehre der Radio- und Fernsehtechnik mit Meisterabschluß, Vertriebsingenieur für elektronische Bauelemente, seit 1975 Entwicklungsleiter bei micro-technic in Stuttgart. Amateurfunklizenz (DJ3VY) seit 1957.

diesem Grunde eine individuelle Kompensation notwendig ist. Entsprechende Angaben in Veröffentlichungen können also nur Anhaltswerte darstellen.

An dieser Stelle muß noch ein alter Zopf abgeschnitten werden: Es ist sinnlos, Kondensatoren mit großen mechanischen Abmessungen zu verwenden. Ganz im Gegenteil, die nicht zu umgehende Erwärmung soll möglichst rasch erfolgen, damit die Frequenz nach kurzer Betriebszeit steht.

Große Probleme kann es mit der Beschaffung eines geeigneten, präzisen Drehkondensators geben. Leider verbietet sich die sehr verbreitete Diodenabstimmung, die andererseits ein Grund dafür ist, daß nur noch so wenig Drehko-Typen am Markt angeboten werden. Unter einer Vielzahl von Mustern erwies sich nur die in *Bild 6* dargestellte Ausführung (Fa. Helag-Electronic GmbH, Postfach 140, 7220 Nagold, Type 218-30) als brauchbar. Es wurde versucht, ein geringes, nur elektrisch feststellbares Spiel der Antriebsachse durch Chromauftrag zu beseitigen, was jedoch mißlang. Wer die mechanischen Möglichkeiten hat, sollte die Achse komplett mit einer besseren Passung neu fertigen, um so die letzte Unsicherheit in der Abstimmung zu beseitigen.

Zum Ziehen des Oszillators auf die Sollfrequenz sollte ein hochwertiger Trimmer in Mehrgangausführung

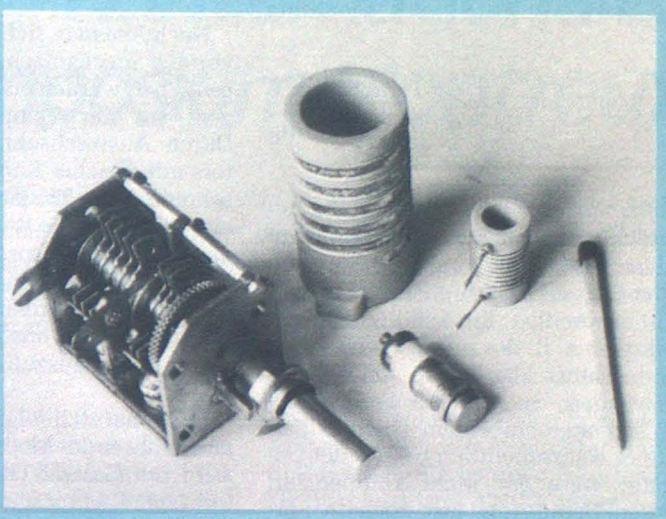


Bild 6. Spezialteile für den Oszillator

(WPB, Meisenkamp 42, 2000 Norderstedt 1, Type MVM 010) verwendet werden. Leider kostet er alleine rund 30 DM. Dagegen ist der Preisunterschied zwischen normalen und Metallfilmwiderständen nicht so gravierend, so daß Letztere überall verwendet werden sollten.

Praktische Hinweise

Sofern, wie in diesem Fall, eine fertige Schaltung nachgebaut werden soll, empfiehlt es sich für den ersten Versuch, die vom Verfasser vorgeschlagenen TK-Werte einzusetzen und dann eigene Messungen auszuführen. Der verwendete Zähler muß in seiner Genauigkeit mindestens eine Größenordnung besser sein, was wohl von den meisten Geräten erfüllt wird. Notfalls kann die Abweichung dadurch verringert werden, daß das Meßgerät einige Wochen oder Monate nicht abgeschaltet wird.

Beim Verfasser hat sich in Ermangelung eines sehr aufwendigen Klimaschrankes die Methode bewährt, den Oszillator mit einem Heizkissen zu erwärmen. Auf Stellung „3" ergeben sich maximale Temperaturen um 45°, die mit einem über Wärmeleitpaste mit dem Gehäuse verbundenen Thermometer kontrolliert werden. Ausgehend von der Zimmertemperatur beträgt die Erwärmung dann 20 bis 25 °, so daß bei der Division der Frequenzänderung durch die Temperaturänderung ein ausreichend genaues Ergebnis herauskommt. Es ist wohl überflüssig zu erwähnen, daß alle Werte der Frequenz und Temperatur peinlich genau notiert werden müssen.

Die verwendete Spannungsquelle sollte möglichst stabil sein, damit wirklich nur der Temperaturgang gemessen wird. Zwischen den Prüfungen also nicht abschalten! Nach einer Änderung (Austausch eines Kondensators) sollte man dem Oszillator genügend Zeit geben, die durch das Löten punktuell aufgetretene Erwärmung auszugleichen. Um ganz sicher zu sein, wird man mit der nächsten Kontrollmessung mindestens eine Stunde warten müssen. Es ist also gut, wenn die Arbeit am Oszillator nur eine „Nebenbeschäftigung" ist, denn ungeduldig ausgeführte Messungen werden sich sofort an einem unlogischen Ergebnis zeigen. Überhaupt erkennt man Fehler schnell an nichtreproduzierbaren Messungen oder wenn die Frequenz gar in die „falsche" Richtung läuft.

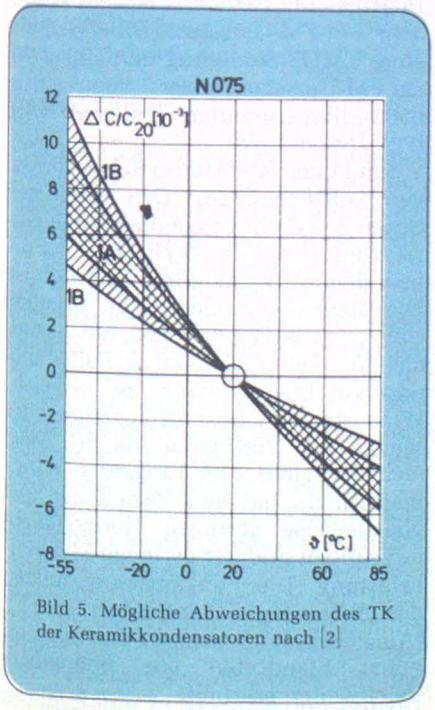


Bild 5. Mögliche Abweichungen des TK der Keramikkondensatoren nach [2]

Die Temperaturkompensation

Die benötigten, genauen Kapazitätswerte werden aus einzelnen Kondensatoren zusammengesetzt, die durchaus unterschiedlichen Temperaturkoeffizient haben können. *Tabelle 1* gibt Auskunft über die gängigsten TK-Werte mit der dazugehörenden Farbkennzeichnung. Der Gesamtwert TKg einer Parallel- bzw. Serienschaltung errechnet sich nach folgenden Gleichungen:

$$TKg = \frac{C1 \cdot TK_1 + C2 \cdot TK_2}{C1 + C2}$$ für die Parallelschaltung

$$TKg = \frac{C1 \cdot TK_2 + C2 \cdot TK_1}{C1 + C2}$$ für die Serienschaltung.

Rechnerisch wäre es dabei völlig nebensächlich, ob positive mit extrem negativen TK-Werten kombiniert werden. In der Praxis ist diese Methode jedoch nicht anwendbar. Ein zufällig früheres Erwärmen z. B. des negativ wirkenden Kondensators könnte ein untragbares Auswandern zu höheren Frequenzen hin bedeuten. In einem solchen Fall wäre es wahrscheinlich besser, der Oszillator wäre gar nicht kompensiert worden. Daraus folgt also noch die Forderung, mit möglichst kleinen TK-Werten sowohl in positiver als auch ganz besonders in negativer Richtung auszukommen.

Nachdem man sich unbedingt vorher von der mechanischen Stabilität überzeugt hat, werden erste Messungen zeigen, wo der Temperaturgang liegt. Durch Auswechseln eines Kondensators mit gleicher Kapazität, aber unterschiedlichem TK ist es nun möglich, ein Gefühl für die Wirksamkeit der Änderung an der entsprechenden Stelle zu bekommen. Die Feinarbeit wird jedoch sehr mühsam werden, wenn immer nur probiert wird, anstatt überschlägige Rechnungen auszuführen.

Dabei hat sich folgende, sehr einfach auszuführende Methode bewährt: Es wird der Gesamt-TK eines Kondensators (z. B. C 4) vor und nach einer Änderung berechnet und in Relation zur erzielten Frequenzänderung, die in Hz/°C angegeben wird, gesetzt. Auf diese Weise ist eine Aussage darüber möglich, wie sich der Temperaturgang verhält, wenn der TK um 10^{-3} geändert wird. Mit hinreichender Genauigkeit ergibt sich auf diese Weise eine Aussage über die Anpassung des TkC, um möglichst nahe an die geringstmögliche Abweichung zu kommen. Die letzte Feinanpassung wird jedoch empirisch erfolgen müssen und erfordert einen entsprechend hohen Zeitaufwand.

Tabelle 1: Farbcode für den TK von Keramikkondensatoren

Keramikart	Farbcode
P 100	rot/violett
NP 0	schwarz
N 033	braun
N 075	rot
N 150	orange
N 220	gelb
N 330	grün
N 470	blau
N 750	violett
N 1500	orange/orange

Farbkennzeichnung des Temperaturkoeffizienten, gängige Werte sind unterstrichen.

Tabelle 2: Technische Daten der aufgebauten Oszillatoren

Frequenzbereich:	45...47 MHz, 37...39 MHz,
Temperaturgang:	$< 2 \cdot 10^{-7}$/°C über den gesamten Bereich
Verhalten bei Spannungsänderung:	4 Hz pro 100 mV bei 15,5 V
Verhalten bei Laständerung:	2 Hz bei Abschluß mit 25 Ω statt mit 50 Ω
Langzeitstabilität:	Oszillator 48 Stunden ausgeschaltet, Abweichung nach 2 Minuten Betrieb: 3 Hz für jeweils 10 Minuten.

Was ist zu erreichen?

Bei den beschriebenen Arbeiten ist es leicht möglich, über das Ziel hinausschießen zu wollen. Daher ist es gut, vorher Überlegungen darüber anzustellen, welche Stabilität wirklich sinnvoll ist und auch gebraucht wird. Der Verfasser hat drei Oszillatoren aufgebaut, die alle das gleiche Ergebnis lieferten, nämlich eine Stabilität von besser $2 \cdot 10^{-7}$/°C. Dieser Wert hat sich in der Praxis als völlig ausreichend erwiesen und mag dazu dienen, eigene Versuche zu beurteilen (*Tabelle 2*).

Da der hier gewählte Bereich des Oszillators mit 2 MHz zuzüglich etwa 150 kHz Reserve an beiden Bereichsenden relativ groß ist, darf der Temperaturgang des Drehkondensators nicht vernachlässigt werden. Über ein zweites Paket in Reihe mit einem entsprechenden Kondensator wird auch hier eine Kompensation erreicht. Ausgegangen wird logischerweise vom oberen Bereichsende, wo der Oszillator mit herausgedrehtem Kondensator kompensiert wird. Erst wenn hier die Verhältnisse stimmen, wird die gleiche Arbeit auf der tiefen Frequenz wiederholt, indem der Serienkondensator ausgesucht wird. Bei geringeren Ansprüchen an die Frequenzkonstanz oder kleinem Abstimmbereich in Relation zur Schwingfrequenz kann der zweite Drehkondensator auch entfallen, die Kompensation ist dann in Bereichsmitte auszuführen.

Bei einem eventuellen Nachbau wäre es günstiger, die Keramikspule nicht an der Außenwand zu befestigen. Trotz der dicken Gehäusewandungen wirkt hier eine Erwärmung zuerst und verursacht ein Driften der Frequenz nach unten, was natürlich später durch den negativen Gesamt-TK der Kondensatoren ausgeglichen wird. Trotzdem scheint hier noch eine Verbesserung möglich zu sein.

Literatur

[1] *Martin, M.:* Rauscharmer Oszillator für ein Empfängereingangsteil mit großem Dynamikbereich, Cq DL 12/76.

[2] *Stettner u. Co.:* Datenbuch Keramik-Kleinkondensatoren

Windkraft-Relais

Am 16. August brachte das Bayerische Fernsehen einen kurzen Filmbericht über die Amateur-Relaisfunkstelle auf dem Winterberg, einer kleinen Erhebung in der Nähe von Mühldorf in Oberbayern. Dieses Relais – die FUNKSCHAU berichtete bereits in ihrem Heft 14/1979 kurz darüber – besteht aus einem 2-m-FM-Umsetzer (DB 0 WB) mit einer CMOS-Steuerung und einem 70-cm-FM-Umsetzer, der von einem 6502-Mikrocomputer gesteuert wird (vgl. Heft 8/1978).

Seit kurzer Zeit ist das Relais sozusagen Selbstversorger: Den benötigten Strom liefert ein Tangential-Windgenerator mit vertikaler Drehachse, der neben dem Antennenmast befestigt ist. Die abgegebene elektrische Leistung von rund 200 W reicht aus, um zusammen mit einem Bleiakku als Puffer eine positive Energiebilanz zu erzielen. Wind steht offenbar in ausreichender Menge zur Verfügung, da der Mast recht frei steht. Das Tangential-Windkraftprinzip hat den Vorteil der vergleichsweise geringen Horizontalabmessungen und der geringen Materialbelastung. Die Funkamateure nutzen das „Relais-Shack" außerdem für ATV (Amateurfunkfernsehen), das nur von guten Standorten aus brauchbare Reichweiten erbringt.

11. Internationales Fernsehsymposium Montreux

Das 11. Fernsehsymposium in Montreux vom 27. Mai bis 1. Juni 1979 war wieder das Mekka der 2500 Fachleute aus 44 Ländern, die sich in der „fernsehneutralen" Schweiz getroffen hatten, um über die Technik von heute und morgen zu diskutieren und sich durch Vorträge und Round-Table-Gespräche über Stand und Fortschritte der TV-Technik informieren zu lassen.

In mehreren Themengruppen wurden auf dem Symposium behandelt: Video-Produktion (Systeme und Geräte für Aufnahme und Nachbearbeitung) – Terrestrische TV-Systeme und -Geräte – Satelliten-TV-Systeme und -Geräte – TV-Digital-Technik (Erzeugung, Verarbeitung und Übertragung von digitalen TV-Signalen) – Digitale Aufzeichnung (Technologie und Aufnahmegeräte) – Neue TV-Service-Systeme – Kabelfernsehen (Systeme, Geräte, Störungen mit drahtlosen Systemen).

Die traditionsgemäß mit dem Symposium verbundene Ausstellung bot 155 führenden Firmen aus 16 Ländern die in Europa wohl einmalige Gelegenheit, schätzungsweise 10000 interessierten Fachbesuchern die neusten Geräte und Anlagen zu demonstrieren. Schwerpunkte bei Symposium und Ausstellung waren verständlicherweise die digitale TV-Technik sowie mit dem Thema Elektronische Berichterstattung (EB, ENG usw.) zusammenhängende Probleme und – etwas überraschend – das Kabelfernsehen.

Fernsehkameras

Die Entwicklung der Fernsehkameras ist in den letzten Jahren gekennzeichnet durch weitgehende Automatisierung aller Einstellvorgänge, insbesondere bei der Inbetriebsetzung, und durch zum Teil drastische Reduzierung der Abmessungen und des Gewichts, ohne dadurch nennenswerte Abstriche an der Bildqualität in Kauf nehmen zu müssen. Integrierte Schaltungen, Mikroprozessoren und nennenswerte Verbesserungen der Kameraröhren haben daran wesentlichen Anteil gehabt.

Erhebliche Verbesserungen der Kameraröhren haben bereits die hochauflösenden Targets gebracht. Der entscheidende Schritt aber war der Übergang auf die Dioden-Elektronenstrahlkanone (diode gun). Dieses System benutzt Philips beispielsweise in der 25-mm-Röhre 73 XQ. Es ist im Prinzip ein Triodensystem mit positivem Gitter, das als Diode arbeitet und dessen Gitterstrom (einige Milliampere) das Nachziehen verringert. Die neuen Kameraröhren haben auch für die Abtastung von Spitzlichtern bessere Eigenschaften.

Die laufenden Verbesserungen der Fernsehkameras haben die Entwicklung einer adäquaten Meßtechnik notwendig gemacht. RCA entwickelte die Testkarte P200 zur Messung des Auflösungsvermögens und zur Kontrolle des Astigmatismus auch bei hochauflösenden Kameraröhren. Die Auswertung dieses Testbildes ergibt Meßwerte, die relativ unabhängig sind vom Frequenzgang des Videoverstärkers; außerdem werden Ungleichmäßigkeiten der Beleuchtungsstärke des Testbildmusters eliminiert.

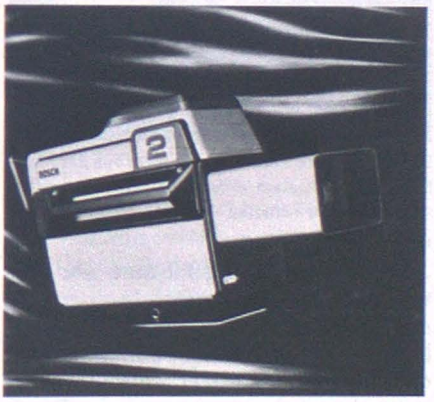


Bild 1. Farbfernsehkamera KCP 60 von Bosch für Studio- und EFP/ENG-Anwendungen

Aus der Vielzahl der in Montreux ausgestellten und zum Teil in Symposiumsvorträgen näher beschriebenen Farbfernsehkameras können hier nur – stellvertretend für viele andere – wenige genannt werden. Sie lassen den Trend zukünftiger Kamera-Entwicklungen aber schon heute mehr oder weniger ausgeprägt erkennen.

Die tragbare Farbkamera BCC-14 von Ampex erfüllt alle Anforderungen für EFP-Betrieb. Sie ist etwa 2 kg leichter als vergleichbare ENG-Kameras, und bei nur 27 W Leistungsaufnahme reicht ein üblicher Batteriegürtel für 90 Minuten Betriebszeit. Bestückt ist die Kamera mit drei 18-mm-Plumbicons. Als Objektive können Variobjektive (Brennweitenverhältnis max. 25 : 1) bis zur Öffnung 1,4 benutzt werden. Weitere Merkmale: lichtstarkes Prismensystem, dynamische Strahlstrom-Steuerung (DBC), Vorlicht für minimales Nachziehen sowie horizontale und vertikale Konturenschärfung.

Für Studio- und ENG/EFP-Anwendungen gleichermaßen geeignet ist die Kamera KCP 60 von *Bosch* als Nachfolgemodell der KCP 40 *(Bild 1)*. Sie ist mit drei 18-mm-Kameraröhren bestückt, mit denen eine auch Studioanforderungen genügende Bildqualität erreicht wird. Ein Filterrad (sechs Positionen) mit verschiedenen Konversionsfiltern und neutralgrauen Filtern ermöglicht die Anpassung an abweichende Farbtemperaturen und Beleuchtungsstärke sowie das „Fahren" einer Schwarzblende (Lenscap).

Die Elektronik des Kamerakopfes enthält unter anderem die R-, G- und B-Vorverstärker, die Ablenkschaltungen, die Signalverarbeitung mit multiplikativer Störsignalkompensation und einen Modulator für die Übertragung des Blau-Signals. Die automatische Strahlstromeinstellung (DBC) sorgt dafür, daß die auf der Speicherschicht entstehenden Ladungsänderungen auch bei hohen Leuchtdichten (Spitzlichter) schnell ausgeglichen werden. Der Signalprozessor kann bis zu 500 m vom Kamerakopf entfernt sein. Die Grundausstattung der Kamera wird jeweils ergänzt durch normabhängige Komponenten (Aperturkorrektur, Farbcoder, Taktgeber) sowie durch eine Baueinheit für die Signalüberwachung und die Meßtechnik.

Die bekannte 7000er Serie der *International Video Corporation (IVC)* mit den Modellen 7000 und 7000 P ist um die Studio-Kamera 7005 und die EFP-Kamera 7005 P erweitert worden. Beide Modelle sind mit den neuen Diodengun-Kameraröhren bestückt und erreichen dadurch eine noch höhere Auflösung. Zur Unterdrückung des Fahnenziehens bei Spitzlichtern hat die 7005 P eine zusätzliche Strahlstromsteuerung (Automatic Beam Control, ABC) sowohl für die Standard- als auch für die Dioden-gun-Röhren. Der Übergang auf ein neues Kamerakabel ermöglicht es, die zulässige Kamerakabellänge von bisher 60 m auf 120 m zu erhöhen, wobei alle technischen Spezifikationen voll eingehalten werden.

Von der Kamerafamilie Mark IX von *Marconi* sah man sechs Varianten und als jüngstes Mitglied die ENG-Kamera B 3295. Diese leichte Studio-Kompaktkamera (30 kg ohne Objektiv und Sucher) mit drei 30-mm-Kameraröhren vom Plumbicon-Typ hat im optischen Teil zwei Filterräder, das erste mit drei neutralgrauen Filtern, das zweite mit zwei Farbtemperatur-Konversionsfiltern für 4100 K und 6000 K Aufnahmelicht; die dritte Position kann man mit einem Effektfilter eigener Wahl, beispielsweise einem Stern-Filter, bestücken. Für den automatischen Abgleich der Kamera ist ein Diaskop eingebaut, das ein spezielles Test-Dia beleuchtet.

Wie heute bei großen Studio-Kameras üblich, hat auch die Mark IX zahlreiche Automatiken als Standardausführung oder als nachträglich einsetzbare Moduln. Interessant ist das Zusatzmodul für die automatische Zentrierung (Farbdeckung). Einstellkriterium sind die zwischen den drei Farbrastern bei fehlerhafter Einstellung auftretenden Zeitdifferenzen.

Die tragbare Ausführung der Mark IX *(Bild 2)* ist mit drei 30-mm-Bleioxid-Kameraröhren (Standard oder mit erhöhter Rotempfindlichkeit) oder HOP[1])-Röhren beziehungsweise Röhren mit Vorlicht bestückt. Alle technischen Features der Studio-Kamera Mark IX stehen – bis auf das eingebaute Diaskop – auch für die tragbare Version zur Verfügung.

Die kleine und leichte ENG-Kamera B 3295 (Gewicht 7,5 kg o. Sucher) mit drei 18-mm-Saticons ist für 12-V-Batteriebetrieb ausgelegt. Sie hat Automatiken für Blendenverstellung, Farbbalance und Weiß-Abgleich sowie eine kontinuierlich einstellbare Gammakorrektur.

Im Mittelpunkt des Kameraangebots der RCA stand in Montreux die große Studio-Kamera TK-47 *(Bild 3)*, die einen sehr hohen Automatisierungsgrad hat. So laufen beispielsweise nach Drücken nur einer Taste mikroprozessorgesteuert 89 Einstellfunktionen innerhalb weniger Minuten ab. Diese „große" Einstellung ist aber nur notwendig nach dem Auswechseln größerer Komponenten (Röhren, Ablenkspulen usw.) oder wenn aus anderen Gründen ein vollständiger Durchlauf gewünscht wird. Für die tägliche Routinekontrolle genügt ein Teilprogramm, das durch Tastendruck gestartet wird.

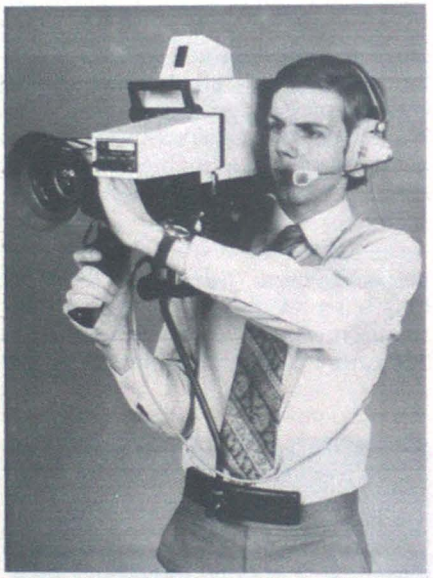


Bild 2. Tragbare Farbfernsehkamera aus der Mark-IX-Familie mit allen technischen Merkmalen der großen Studio-Kamera (Marconi)

Die drei Einheiten des Kamera-Systems – Kamerakopf, Kamera-Prozessor (CPU) und Kamera-Fernbedienung (RCU) – werden ergänzt durch die Einstell-Einheit (Set-Up Control Unit, SCU); eine SCU genügt für bis zu zwölf Kameras. Ihr Bedienfeld ist in die beiden Funktionsbereiche Kamera-Einstellung und Betriebskontrolle aufgeteilt. Zur Anzeige dienen ein Bildmonitor, ein TV-Oszilloskop und ein Vektorskop.

Mit drei 17-mm-Plumbicons oder -Saticons arbeitet die Farbkamera BVP 300 P von *Sony*. Das optische Prismensystem mit der Öffnung 1,4 läßt die Benutzung praktisch aller für diese Targetgröße angebotenen Variobjektive zu. Eingebaut sind Infrarot- und UV-Filter, Neutralgrau- und Konversionsfilter sowie Vorlicht. Die genauen Werte für den Schwarz- und den Weißabgleich werden in einem Digitalspeicher festgehalten. Der interne Sync-Generator läßt sich im Genlock-Betrieb mit einem externen Videosignal (Blackburst) synchronisieren. Zusätzlich eingebaut sind unter anderem ein Normfarbbalken-Generator (75 % oder 90 %) sowie ein Sägezahn-Testsignal-Generator.

Die tragbare Farbkamera BVU-200P gehört zur Kategorie der Zweiröhren-Kameras. Für den Luminanzkanal benutzt sie ein 17-mm-Saticon, für den Chrominanzkanal ein 25-mm-MF-Trinicon. Eingebaut sind ein Farbbalken-Generator sowie Neutralgrau- und Konversionsfilter. Für den Signal-/Störabstand gibt der Hersteller über 50 dB bei 180 nA Signalstrom und Gamma = 1 an.

Als Weiterentwicklung der TTV 1515 zeigte *Thomson-CSF* in Montreux zum ersten Male die TTV 1518 *(Bild 4)*. Gegenüber dem Vorgängermodell hat sie einen nennenswert höheren Automationsgrad. Zur Überprüfung und gegebenenfalls Korrektur aller Grundeinstellungen genügt jetzt ein Knopfdruck. Während der Aufnahme übernimmt eine andere Automatik die Einstellung der Weiß-Balance und der Blende in Anpassung an die jeweiligen Lichtverhältnisse. Alle neuen Automatiken lassen sich auf einfache Weise bei der TTV 1515 nachrüsten.

Die Microcam MK1 (TTV 1601) war in Montreux zum ersten Male zu sehen, wird aber bereits bei vielen Fernsehanstalten mit Erfolg benutzt. Sie ist mit drei 17-mm-Plumbicons XQ 1427 R, G, B oder -Saticons H 8397 bestückt. Bei 2000 lx Szenen-Beleuchtungsstärke, 60 % mittlerem Reflexionsvermögen und Blende 2 liefert der Grün-Kanal 200 nA Signalstrom bei über 50 dB Signal-/Störabstand. Die Leistungsaufnahme (19,8 W bei 12 V) ist sehr gering.

Die Microcam MK2R (TTV 1602) besteht aus zwei Einheiten: dem Kamerakopf mit Objektiv und Sucher sowie dem Elektronik-Pack. Der mit drei 17-mm-Bleioxid-Kameraröhren bestückte Kamerakopf enthält alle für die Erzeugung des kompletten Videosignals erforderlichen Schaltungen (Video-Vorverstärker und -Verstärker, H- und V-Ablenkung, Vorlicht, Kameraröhren-Stromversorgung), das Elektronik-Pack den DC-DC-Konverter, Video-Verstärker, Coder mit Farbbalkengenerator sowie den Sync-Impuls-Generator mit der Möglichkeit des Genlock-Betriebs.

[1]) HOP-(Highlight Overload Protection-) Kameraröhren bringen während des Zeilenrücklaufs durch „Vorabtastung" die stark beleuchteten Targetelemente der nächsten Zeile auf ein niedriges Potential, das dann mit dem normalen Strahlstrom (1...2 µA) abgetastet werden kann.

Digitale Videotechnik

Bereits das Fernsehsymposium 1977 ließ Ansätze für die Entwicklung digitaler Video-Aufzeichnungssysteme erkennen. Daß die digitale Videotechnik nun auf breiter Basis kommt, war und ist für jedermann sicher. Die Frage nach dem Wann aber kann heute noch niemand beantworten. Für Teilgebiete der Studiotechnik, vor allem für die magnetische Bildspeicherung, Schnitt- und Tricktechnik, kann man von der Technik her gesehen schon in wenigen Jahren mit serienmäßiger Hardware rechnen.

Überaus wichtig für die Zukunft wäre es, möglichst bald zu einer internationalen Standardisierung zu kommen. Dafür sind die Chancen aber heute noch sehr schlecht. Einmal erschwert die Vielzahl der TV-Standards (Zeilenzahl, Bildfrequenz, Farbcodierung) die Normung, zum anderen ist die für eine weltweite Normung zweckmäßigste Art der Digitalisierung noch weitgehend unklar. Die SMPTE beschäftigt sich in einer Arbeitsgruppe mit der Normierung digitaler Eingänge und Ausgänge, um den Signalaustausch auf digitaler Ebene zu ermöglichen.

Bild 4. Die neue Studio-Kamera TTV 1518 von Thomson-CSF hat einen hohen Automatisierungsgrad

Digitale Videorecorder

„Digital Video Recording" – dieses attraktive Schlagwort stand nicht über der Geräteausstellung, denn man konnte in Montreux noch keine Seriengeräte oder auch nur ihre Prototypen erwarten. Was es an Hardware zu sehen gab, waren „nur" Labormuster oder zur Demonstration umgebaute Analogrecorder.

Auf der 13th SMPTE Television Conference im Februar 1979 in San Francisco hatte Ampex einen digitalen Videorecorder vorgestellt, der durch nachstehende Eigenschaften gekennzeichnet ist: volles 8-bit-PCM-Signal; Datenrate min. 86 Mbit/s für NTSC-Norm; Abtastung mit 2facher Farbträgerfrequenz; 2-inch-Magnetband; Aufzeichnung mit acht Videoköpfen („Oktaplex"-System); Aufzeichnungscode Miller²; Spurbreite 0,127 mm, Rasen 0,063 mm; Aufzeichnungsgeschwindigkeit 40,6 m/s; Bandgeschwindigkeit 38,1 cm/s; lineare Packungsdichte 10,6 kbit/cm.

In Montreux zeigte Ampex nun als Weiterentwicklung einen Videorecorder, der mit weniger als der halben Bandgeschwindigkeit (15,65 cm/s), etwa 4,1 cm lange Spuren mit 50 µm Breite und 15 µm Rasen und etwa 30% höherer Geschwindigkeit (53,3 m/s) aufzeichnet. Die Packungsdichte (etwa 13 kbit/cm) ist rund 22% höher.

Tonsignale werden bei der digitalen Videoaufzeichnung ebenfalls digital aufgezeichnet. Das hat den Vorteil, daß man für die Audio-Signalverarbeitung einen Teil der Elektronik für die Videosignalaufzeichnung mitbenutzen kann.

Wie ein zukünftiger Recorder für digitale Bildaufzeichnung denkbar sein könnte, zeigte *Bosch Fernseh* am Beispiel einer umgebauten BCN 40. Sie arbeitet mit Vollbild-Aufzeichnung und -Wiedergabe bei 80 Mbit/s Datenrate. Die Aufzeichnungsgeschwindigkeit ist auf 48 m/s erhöht worden, während die Spurbreite auf 40 µm + 10 µm Rasen reduziert worden ist; daraus ergeben sich eine Bandgeschwindigkeit von etwa 12 cm/s und eine Spielzeit von 3 Stunden für ein Standard-1-inch-Magnetband mit 90 Minuten Laufzeit.

Basis für einen von Sony vorgeführten Experimental-Recorder war der 1-inch-C-Format-Recorder BVH-1000 mit Schrägspur-Aufzeichnung und Omega-Umschlingung. In einer ersten Verarbeitungsstufe werden die Signale mit 4facher Farbträgerfrequenz abgetastet und dann digital auf 2fache Farbträgerfrequenz umgesetzt. Für die Aufzeichnung block-codierter und im Sub-Nyquist-Bereich abgetasteter Pal-Signale ergibt sich eine Bitrate von etwa 80 Mbit/s. Sie übersteigt die Möglichkeiten der BVH-1000. Deshalb ist man auf zwei Videoköpfe für Aufzeichnung und Wiedergabe übergegangen. Zwischen den beiden Videoköpfen ist noch ein dritter Kopf für die Aufzeichnung des PCM-Audiosignals mit 44,054 kHz Abtastfrequenz, 16-bit-Linearcodierung und 3,5797 Mbit/s Bitrate angeordnet.

Wilhelm Roth

Bild 3. Schlußprüfung der mikroprozessorgesteuerten Studio-Kamera TK-47 von RCA

Werner Frangen

Prüfen Sie Ihren TI-Rechner

Die modernen elektronischen Taschenrechner sind Spezialgeräte für das numerische Rechnen. Die Arithmetik der TI-Taschenrechner weicht in mancher Beziehung von den „normalen" Rechengesetzen ab. Der amerikanische Numeriker Professor W. Kahan [1] bezeichnet sie rundheraus als „schludrig". Mit diesen Abweichungen muß sich der Benutzer vertraut machen, um die Rechenfehler in Grenzen zu halten.

Die folgenden Rechenbeispiele wurden mit dem TI-59 gewonnen. Sie treffen aber großenteils auch bei den anderen TI-Rechnern zu.[1])

Maschinenzahlen

Die wissenschaftlich-technischen Taschenrechner arbeiten nicht mit beliebigen reellen Zahlen, sondern mit Maschinenzahlen. Das sind beim TI-59 Gleitkommazahlen der Form

(1) $A = a \cdot 10^{\alpha}$ mit $1 \leqq |a| < 10$,

und zwar mit beschränkter Stellenanzahl: Die normalisierte Mantisse a hat 13 Dezimalstellen und das Vorzeichen; der Zehnerexponent α hat zwei Dezimalstellen und das Vorzeichen.

Vermeidbare Rundungsfehler

Wegen der beschränkten Stellenzahl sind gewisse Rundungsfehler unvermeidlich. Der TI-59 macht jedoch unnötig große Rundungsfehler, weil ihm eine Schutzstelle fehlt. Beispiel:

Tastenfolge	Anzeige
1 000 000 000 − (999 999 999 + .999 9) =	1 000 000 000 0,001

Richtig wäre 0,0001. Die Abweichung beträgt eine Zehnerpotenz. Infolge einer fehlenden Schutzstelle wird die letzte Ziffer des Subtrahenden ignoriert. Eine dreizehnstellige Mantisse kann natürlich nicht unmittelbar eingegeben werden; sie kann aber beispielsweise durch Addition erzeugt werden.

Verkürzte Anzeige

Von dem Operanden x im X-Register sind in der Anzeige sichtbar:

- bei Festkommaanzeige: höchstens 10 Mantissenstellen;
- bei Gleitkommaanzeige: höchstens 8 Mantissenstellen.

Um alle Stellen sichtbar zu machen, dividiert man die Gleitkommazahl (1) durch $10^{\alpha-7}$ und zerlegt sie in Vor- und Nachkommateil. Ein Beispiel zeigt *Tabelle 1*.

In Wirklichkeit hat also der Rechner nicht das Ergebnis 1, sondern das folgende berechnet:

$$^1/_3 \cdot 3 = 9\,999\,999{,}999\,999 \cdot 10^{-7}$$

$$= 0{,}999\,999\,999\,999\,9.$$

Manche TI-Rechner werfen die 13. Stelle eines Rechnerergebnisses ab. Im vorstehenden Beispiel liefern sie also nur eine zwölfstellige Mantisse (z. B. SR-52, SR-56).

Unexakte Zehnerpotenzen

Um die Nachkommastellen einer Zehnerpotenz rasch zu inspizieren, schreiben wir ein kleines Programm nach *Tabelle 2*.

Die Ungenauigkeiten in den letzten zwei oder drei Stellen bleiben in der Anzeige zunächst unsichtbar. Das Ergebnis ist immerhin ungefähr richtig. Zerstörend wirkt eine solche Ungenauigkeit jedoch bei einem Vergleichsbefehl, wo der Programmierer Gleichheit erwartet. Mit dem anschließenden Sprungbefehl wird der Programmablauf völlig falsch fortgesetzt.

Umkehrung einer Rechenoperation

Wenn man abwechselnd eine Rechenoperation und ihre Umkehrung anwendet, sollte man erwarten, daß ein

Tabelle 1: Sichtbarmachen aller Stellen

Tastenfolge	Anzeige	Kommentar
1 ÷ 3 * 3 =	1	Berechnung von $^1/_3 \cdot 3$.
÷ 1 EE 7 +/− =	10^7	Division durch $1 \cdot 10^{-7}$
STO 00		Abspeichern.
2nd Int	$9{,}999\,999 \cdot 10^6$	Abspaltung des Vorkommateils.
INV EE	9 999 999	Zurück zur Festkommaanzeige.
RCL 00	10 000 000	Holen der abgespeicherten Zahl.
INV 2nd Int	0,999 999	Abspaltung des Nachkommateils.

[1]) *Tastenbezeichnungen* (außer Zahlen und den vier Grundrechnungsarten) werden im folgenden *unterstrichen*; die Multiplikations-Taste wird durch den Stern * wiedergegeben, um sie von der Variablen x deutlich zu unterscheiden.

Fehler der Rechenoperation bei der Umkehrung rückgängig gemacht wird, oder zumindest, daß sich der wiederholte Vorgang auf ein festes Zahlenpaar x, f(x) einpendelt. Dies ist in der Tat bei den Taschenrechnern von Hewlett-Packard der Fall; jedoch nicht bei den TI-Taschenrechnern. Im Verlaufe eines Iterationsprozesses können sich somit auch kleine Rundungsfehler sehr schnell zu immer größeren Rundungsfehlern auswachsen.

Ein Beispiel zeigt *Tabelle 3*.

Die berechneten Werte entfernen sich immer weiter vom ursprünglichen Argumentwert. – Gleiches geschieht auch bei verhältnismäßig einfachen Funktionen wie x^2 und $\sqrt{x}$.

Tabelle 2: Prüfen der Zehnerpotenzen

Tastenfolge	Anzeige	Kommentar
LRN		Umschaltung auf Programmierung.
2nd Lbl A		
INV 2nd log		Berechnung von 10^x.
STO 00		Abspeichern.
INV 2nd Int		Nachkommateil.
INV SBR		Programmabschluß.
LRN		Umschalten auf Rechnen.
6 A	0,999 995 9	
7 A	0,999 919	
8 A	0,998 79	
9 A	0,983 9	
10 A	0	
11 A	0,59	

Tabelle 3: Iteration in die Ungenauigkeit...

Tastenfolge	Anzeige	Kommentar
LRN		
2nd Lbl A		
RCL 00		
2nd log		Berechnung von log x.
INV 2nd log		Berechnung von 10
STO 00		
INV 2nd Int		Nachkommateil.
INV SBR		
LRN		
6 EE 6 STO 00	$6 \cdot 10^6$	
INV EE	6 000 000	
A	0,999 806	Angezeigt wird immer nur der
A	0,999 626	Nachkommateil von 10
A	0,999 446	
A	0,999 266	
A	0,999 086	
A	0,998 906	

Tabelle 4: Abschneiden der Schutzziffern

Tastenfolge	Anzeige	Kommentar
1 000 000 149 + .499 =	1 000 000 149	
STO 00 EE	1 000 000 149	x := „x".
INV 2nd Int	$0 \cdot 10^0$	Der Nachkommateil ist
INV EE	0	gelöscht.
RCL 00	1 000 000 149	Automatischer Übergang
* 10 =	$1{,}000\,000\,1 \cdot 10^{10}$	zur Gleitkommaanzeige.
EE		x := „x".
÷ 10 =	$1{,}000\,000\,1 \cdot 10^9$	
INV EE	1 000 000 100	Zurück zur Festkomma-anzeige; insgesamt 5 Stellen sind gelöscht.

Rundung von x
auf den angezeigten Wert „x"

Der im X-Register stehende Wert x kann gleich dem angezeigten Wert „x" gesetzt werden, indem man die Taste EE drückt, außer unmittelbar nach einer Zahleingabe in das X-Register. Auf diese Weise kann man die vorstehenden schwerwiegenden Fehlermöglichkeiten in der Regel korrigieren, wie *Tabelle 4* das deutlich macht.

Bei der ersten Anwendung von EE wurden die *drei* letzten Stellen weggerundet. Dabei wird ein relativer Fehler

$$\delta \approx {}^1/_2 \cdot 10^{-9}$$

begangen. Vor der zweiten Anwendung von EE ging der Rechner automatisch zur Gleitkommaanzeige über, weil ein Wert x mit $|x| \geqq 10^{10}$ anzuzeigen war. Die Mantisse hat nunmehr nur noch acht Dezimalstellen in der Anzeige. Die nachfolgende Anwendung von EE rundet somit die *fünf* letzten Stellen weg.

Dabei wird ein relativer Fehler

$$\delta \approx {}^1/_2 \cdot 10^{-7}$$

begangen.

Die Korrekturtaste EE rundet also die gleiche Mantisse unterschiedlich stark, je nachdem, ob x bei Festkommaanzeige im Bereich

$$5 \cdot 10^{-11} \leqq |x| < 10^{10}$$

liegt oder außerhalb davon. Im letzteren Falle werden (mindestens) fünf Stellen weggerundet. Damit wird die Genauigkeit des 13stelligen Rechners auf 8 Stellen begrenzt. Das ist sicherlich für manche Zwecke eine unerwünschte Verschlechterung der Genauigkeit.

Die Korrektur mittels der Taste EE schießt also in manchen Fällen über ihr Ziel hinaus.

Unexakte ganzzahlige Potenzen

Tabelle 5 nennt ein paar Beispiele für das unexakte Errechnen ganzzahliger Potenzen.

Völlig falsch werden die folgenden Ausdrücke mit Potenzen berechnet, die in einem Programmablauf als Grenzfall durchaus vorkommen können:

I. $0^b - a$ für $0 < a < 1, 0 < b < 1$.

Zum Beispiel:

$0^{\cdot 3} - .3 = -0.03$ (richtig: -0.3);
$0^{\cdot 5} - .01 = -0.0001$ (richtig: -0.01). Dies entdeckte W. Bachmann, Düsseldorf [3]. Zur Abhilfe empfiehlt er, die Potenz einzuklammern, was bei der TI-Logik an sich unnötig ist:

$$(0^b) - a.$$

II. $a * 0^b$ für $b < 0$;
III. $a + 0^b$, $a - 0^b$, $a/0^b$
für $|a| < 10, -1 < b < 0$.

Der Fall II. wurde von C. Kahn, Hamburg, entdeckt [3]; der Fall III. wurde von mir entdeckt und ist noch unveröffentlicht. Bei negativen Potenzen von 0 sollte der Rechner richtigerweise durch Blinken eine unzulässige Operation anzeigen; statt dessen liefert er völlig unsinnige Werte. Nur im Falle II. für

$0 < |a| < 1, -1 < b < 0$ blinkt er außerdem.

Zur Abhilfe empfiehlt auch C. Kahn, die Potenz einzuklammern oder die beiden Faktoren zu vertauschen.

Rundungsfehler beim Multiplizieren und Dividieren

Die Maschinenzahlen haben zwar eine dreizehnstellige Mantisse; die dreizehnstelligen Rechenergebnisse sind aber keineswegs immer optimal gerundet, sondern weisen beträchtliche Fehler auf, und zwar auch bei elementaren Rechenoperationen. Dafür zwei Beispiele:

31 622,776 601 69^2 = 999 999 999,997 5
richtig: 1 000 000 000,000 39...

9 000 000 000 008/9 = 1 000 000 000 000
richtig: 1 000 000 000 001

Anscheinend rundet der TI-59 bei Division nicht zur nächstgelegenen Maschinenzahl, sondern „nach innen", d. h. in Richtung auf die Zahl 0. Für zahlentheoretische Aufgaben wäre dies sogar erwünscht, weil dann die Bestimmung eines Restes bezüglich eines Moduls nicht durch Aufrundung gestört wird.

Tabelle 5: Ganzzahlige Potenzen

Tastenfolge	Anzeige	Kommentar
2 y^x 3 =	8	Berechnet wurde
INV 2nd Int	$1 \cdot 10^{-12}$	8.000 000 000 001
55 y^x 4 =	9 150 625	Berechnet wurde
INV 2nd Int	0,999 908	9 150 624,999 908.

Für reelle Funktionen muß man jedoch den Rundungsfehler größer ansetzen als bei der Rundung zur nächstgelegenen Zahl.

Die angezeigte Zahl „x" entsteht aus der Maschinenzahl x anscheinend durch Rundung zur nächstgelegenen Zahl im jeweiligen Anzeigeformat. Da jedoch x schon unnötig große Fehler hat, ist auch die Zahl im Anzeigeformat nicht immer optimal gerundet.

Ein weiteres Beispiel, mit der y -Taste berechnet:

$9^6 \cdot 10^6 = 531\,440\,999\,993.3$;
$10^6 \cdot 9^6 = 531\,440\,999\,993.8$;
$90^6 = 531\,440\,999\,999.2$;
richtig: $= 531\,441\,000\,000$.

Beim TI-59 ist demnach die Multiplikation nicht kommutativ; d. h. es ist manchmal $a \cdot b \neq b \cdot a$. Ein Vergleichsbefehl, der sich auf die vermeintliche Gleichheit $a \cdot b = b \cdot a$ verläßt, würde den Programmablauf völlig durcheinanderbringen.

Bei älteren TI-Rechnern, z. B. beim SR-51 und SR-52, ist auch die Addition nicht kommutativ; d. h. es ist manchmal $a+b \neq b+a$ und $a-b \neq -(b-a)$. Beispiele aus [2]:

$2^3 - 8 = 0$; $(55^2)^2 - 55^4 = 0.000\,092$;
$8 - 2^3 = -1 \cdot 10^{-12}$
$55^4 - (55^2)^2 = -0.0001$.

Die Ursache dafür ist anscheinend, daß die 13. Stelle des ersten Operanden vor Ausführung der Rechenoperation abgeworfen wird, nicht aber die 13. Stelle des zweiten Operanden. Daher macht sich die unexakte Potenz 2^3 als zweiter Operand bemerkbar, nicht aber als erster Operand.

Fehler bei trigonometrischen Funktionen

Der maschinelle Sinus (hier mit SIN bezeichnet) ist manchmal > 1, z. B:

SIN (89.999 95) = 1.000 000 000 004.

Der Tangens für Argumente nahe 90° ist außerordentlich ungenau:

TAN (90.000 000 01) =
$-5\,751\,565\,970.737$;
TAN (89.999 999 99) =
$-5\,717\,891\,696.904$
bei TI-Rechnern;
richtig: $= \pm 5\,729\,577\,951$;
so bei den HP-Rechnern HP-27, 67, 97, 91.

Im Sinne der Rückwurfanalyse weichen die Argumente der beiden fehlerhaft berechneten Tangenswerte, absolut genommen, erst an der 13. Mantissenstelle voneinander ab. Daraus geht aber deutlich hervor, daß die Rückwurfanalyse nicht immer der geeignete Maßstab ist, um die Genauigkeit eines Rechners zu beurteilen. Bei der Vorwärtsberechnung müßten die absolut genommenen Tangenswerte (für die Argumente 90 + x und 90 – x Grad) genau gleich sein; sie weichen hier aber an der 3. Mantissenstelle voneinander ab.

Für sehr große Winkel wird der Tangens sehr ungenau; z. B. ist

TAN $(2 \cdot 10^{12}$ Grad) $= 0.367\,135\,93...$
beim TI-59.

Auch hier ist schon die dritte Mantissenstelle falsch. Ein solcher Fehler wäre leicht vermeidbar. Es ist nämlich

$2 \cdot 10 = 20 + 180 \cdot (111...111)$
(n-1 Einsen).

Also ist exakt:

tan $(2 \cdot 10$ Grad)
= tan (20 Grad)
= 0.363 970 234 3...;
so beim HP-67.

Fazit

Das Überraschende an diesen Beispielen ist, daß zehn saubere Ziffern wesentlich Besseres leisten als 13 schludrige... Ein paar erschütternde Resultate lehren den schlauen Ingenieur gar bald, defensiv gegen die besondere Empfindlichkeit eines Rechners zu programmieren. Er mag sich in einem Feuerwerk von Programmen engagieren oder beachtliche mathematische Kenntnisse praktizieren – die Energie, die er dafür verausgabt und die Genugtuung, die er durch seine Heldentaten gewinnt, stellen verborgene Kosten für die Firma dar, die ihn in erster Linie für andere Aufgaben braucht (Kahan/Parlett in [1]).

Literatur

[1] *Kahan, W.* und *Parlett, B. N.*: Können Sie sich auf Ihren Rechner verlassen? In FUNKSCHAU 1979, Heft 1 und 2.

[2] *Kahan, W.*: And now for something completely different: The Texas Instruments SR-52. Electronics Research Laboratory, College of Engineering, University of California, Berkeley 1977.

[3] „display" Band 4, Heft 3, Mai–Juni 1978, Seiten 45–46. (Herausgeber: Heinrich Schnepf, Buchenweg 24, 5000 Köln 40.)

S. Dinsel

Verbesserung des Fernsehtones und zweiter Tonkanal beim Fernsehen

2. Teil

In diesem zweiten Teil beschreibt der Autor, wie es mittels eines zusätzlichen Tonträgers auf 5,75 MHz möglich ist, einen weiteren Tonkanal beim Fernsehen zu übertragen. Bei diesem Verfahren ist der Aufwand besonders gering.

Das 2-Tonträger-Verfahren

Zwischen dem ersten Tonträger bei 5,5 MHz und dem Beginn des oberen Nachbarkanals ist noch genügend Platz, um einen zweiten Tonträger bei 5,75 MHz einzuschachteln. Die Amplitude des zweiten Trägers ist um ca. 6 dB niedriger als die des ersten, um die Störungen im oberen Nachbarkanal innerhalb der zulässigen Grenzen zu halten. Beide Tonträger sind gleich moduliert, haben gleichen Hub und trotz unterschiedlicher Pegel auch etwa gleichen Störabstand, wenn man Intercarrierdemodulation voraussetzt.

Die vorgeschlagenen technischen Daten für das 2-Tonträger-Verfahren enthält die *Tabelle*. Die Frequenz des zweiten Tonträgers liegt bei 5,742 MHz. Dieser „krumme" Wert wurde gewählt, damit der zweite mit dem ersten Tonträger im weniger störenden Halbzeilenoffset liegt. Die Amplitude des ersten Tonträgers ist 13 dB, die des zweiten 20 dB niedriger als der Bildträgerpegel. Nf-Bandbreite, Hub und Preemphasis sind in beiden Kanälen gleich.

Technische Daten des 2-Tonträger-Verfahrens

	1. Tonträger	2. Tonträger
Frequenz	5,5 MHz	5,742 MHz
Amplitude (unter BT)	13 dB	20 dB
Nf-Bandbreite	15 kHz	
Hub	< 50 kHz	
Preemphasis	50 µs	
Stereocodierung	M = (L+R)	· 2 · L
Automatische Umschaltung Vorschlag z. Z. im Versuch (noch nicht endgültig)	55 kHz Pilotträger ± 2,5 kHz Hub aut 1. Tonträger	
Kennfrequenz	80 % AM auf Pilot	
Stereo	117,5 Hz	
2. Programm	282,5 Hz	

Die Stereocodierung für den ersten Tonkanal entspricht der beim UKW-Rundfunk: Monosignal M = (L + R). Normale, einkanalige Empfänger müssen das Monosignal empfangen.

Für den zweiten Tonkanal wird eine andere Stereocodierung vorgeschlagen, hier wird nicht (L – R), sondern 2 · L übertragen. Der Grund dafür liegt in den unterschiedlichen Störungen bei UKW und beim Fernsehen.

Im UKW-Rundfunk tritt als Störung statistisch verteiltes Rauschen auf; daraus ergeben sich am Decoderausgang gleiche Störabstände für links und rechts. Beim Fernsehen sind jedoch die Störungen in beiden Kanälen ähnlich, da sie aus dem Bildsignal herrühren, d.h. sie sind korreliert; Rauschen spielt nur eine untergeordnete Rolle. Bei der Addition von M und S entsprechend der UKW-Codierung ergibt sich eine Addition der Störung im R-Signal. Dagegen können sich im L-Signal bei (M – S) die Störungen sogar auslöschen.

Der subjektive Eindruck solch unterschiedlicher Störungen ist schlecht. Mit dem vorgeschlagenen Codierverfahren M im ersten und 2 · L im zweiten Tonkanal sind jedoch nach der Decodierung im linken und rechten Stereokanal die korrelierten Intercarrierstörungen gleich groß. *Bild 6* kann man entnehmen, daß sich mit der neuen Codierung gleiche Störabstände bei Stereo im rechten und linken Kanal sowie bei Mono ergeben.

Für die automatische Umschaltung von Mono auf Stereo oder zweites Tonprogramm im Heimempfänger gibt es verschiedene Möglichkeiten. In einem Vorschlag von Blaupunkt wird zur Indikation für Stereo- und 2-Programm-Betrieb die Frequenz des zweiten Tonträgers um 16 kHz verändert und mit einem Diskriminator oder Zähler ausgewertet. Ist der zweite Tonträger nicht vorhanden, dann wird Mono übertragen. Der in der Tabelle angegebene Vorschlag arbeitet mit einem 55 kHz (3,5 x Zeilenfrequenz) Pilotträger, der mit ± 2,5 kHz Hub auf den ersten Tonträger moduliert wird. Die Kennfrequenzen sind mit 80 % AM auf den Pilotträger moduliert, 117,5 Hz bei Stereophonie und 282,5 Hz bei verschiedenen Tonprogrammen.

Die Kompatibilität des FM/FM-Verfahrens und des 2-Tonträger-Verfahrens ist gut. Bei richtig abgestimmten Empfängern treten weder im Bild noch im Ton Beeinflussungen durch den zweiten Tonkanal auf. Störendes Über-

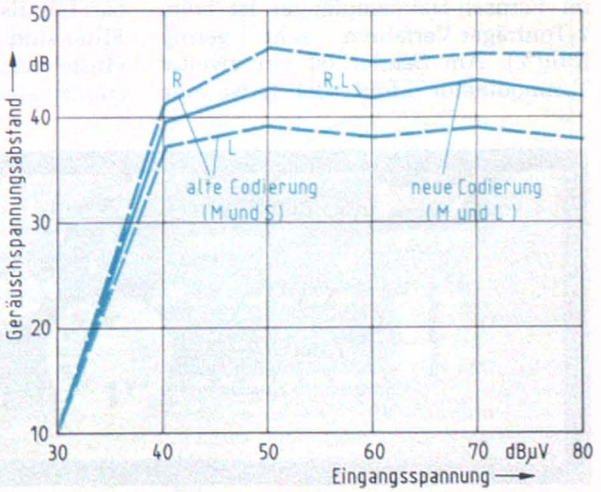


Bild 6. Störabstand bei alter und neuer Stereocodierung

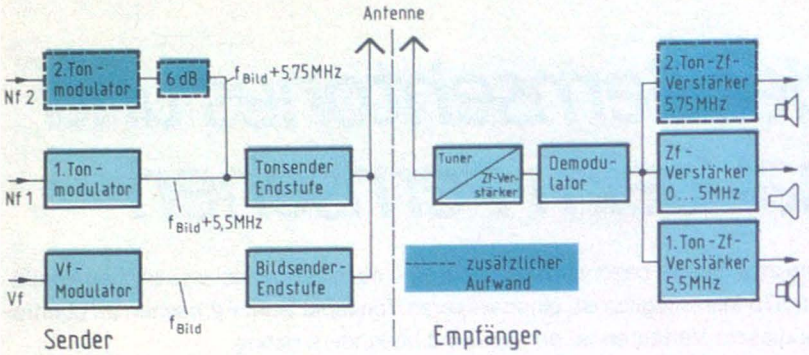


Bild 7. Blockschaltungen von Fernsehsender und -empfänger für die 2-Tonträger-Übertragung

sprechen tritt beim FM/FM-Verfahren jedoch bei starken Reflexionen (Geisterbildern) auf und beim 2-Tonträgerverfahren dann, wenn der Ton-Zf-Teil des Fernsehempfängers stark verstimmt ist.

Testausstrahlungen mit dem 2-Tonträger-Verfahren wurden in Finnland, der DDR und bei verschiedenen Sendern in der Bundesrepublik durchgeführt (im Juni/Juli 1979 strahlte der ZDF-Sender München derartige Versuchssendungen aus, die im September im Raum Hannover und im November im Raum Stuttgart wiederholt werden sollen). Bei früheren mehrtägigen Versuchen am Sender Wendelstein (geschätzte Einschaltquote: ca. 250 000 Teilnehmer) gingen zehn Störungsmeldungen ein. Bei diesen zehn Teilnehmern trat störendes Übersprechen vom zweiten in den ersten Tonkanal infolge defekter oder stark verstimmter Ton-Zf-Verstärker auf. Moderne Fernsehempfänger mit Keramikfiltern im Ton-Zf-Teil zeigen diese Fehler praktisch nicht mehr. Vereinzelt ergaben sich auch leichte Kreuzmodulationsstörungen im Bild. Bei den Versuchen im Juni/Juli 1979 in München gab es keine Störmeldungen.

Der Aufwand am Fensehsender und im Fernseh-Heimempfänger ist beim 2-Tonträger-Verfahren sehr gering (*Bild 7*). Am Sender ist ein zweiter Tonmodulator erforderlich (etwa eine Europakarte). Beide Tonträger wurden mit den vorhandenen Leistungsverstärkern gemeinsam verstärkt und zur Antenne geführt.

Im Empfänger benötigt man einen zweiten Ton-Zf-Demodulator, der von bisher 5,5 MHz jetzt auf 5,75 MHz umgestimmt sein muß. *Bild 8* zeigt die praktische Ausführung einer solchen Zusatzstufe. Für die einfachste Version des Zweitonempfängers ist zusätzlich nur noch ein Schalter zum Umschalten vom einen zum anderen Kanal erforderlich.

Für die Stereoübertragung mit einem zweiten Nf-Verstärker und Lautsprecher ist der Aufwand selbstverständlich größer. Billiger wird es jedoch, wenn man den Fernsehstereoton über eine vorhandene Hi-Fi-Anlage wiedergibt.

Das FM/FM-Verfahren erfordert einen höheren Aufwand im Empfänger, weil zur Trennung der beiden Kanäle relativ teure Niederfrequenzfilter benötigt werden.

Auf der Studioseite treten bei der Produktion und bei der Verteilung des zusätzlichen Tonkanals auf die einzelnen Fernsehsender allerdings beträchtliche Kosten auf.

Einen Termin für die mögliche Einführung des zweiten Tonkanals gibt es noch nicht.

Preiswerter Impuls-Schallpegelmesser

Unter der Typenbezeichnung RS 120 hat die Firma Reten einen neuen Impuls-Schallpegelmesser (*Bild*) entwickelt, der dem letzten Stand der Technik entspricht. Durch Verwendung neuartiger Bauelemente war es möglich den Preis drastisch zu senken.

Das Gerät ist leicht und handlich und verfügt über eine übersichtliche, lineare Skala mit einem Bereich von 30 dB. Dadurch ist das Umschalten des Meßbereiches, wie es bei konventionellen Schallpegelmessern erforderlich ist, auf ein Minimum reduziert. Es sind drei Anzeigecharakteristiken einstellbar: Impuls, Schnell und Langsam. Als Filter sind die Bewertungskurven A, C einstellbar; frequenzunbewertete Messungen sind möglich. Die Genauigkeit entspricht DIN 45 634. Als Zubehör ist ein preiswertes Filter für Frequenzanalysen erhältlich.

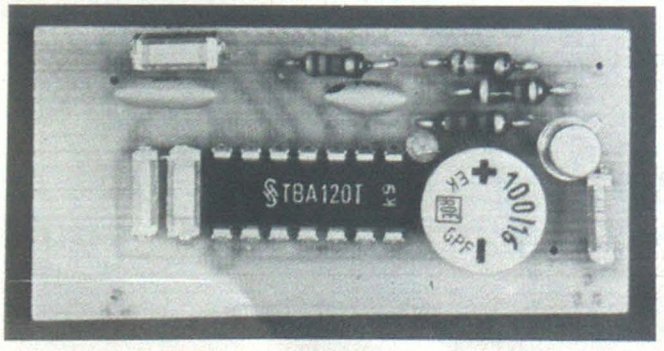


Bild 8. Ansicht eines 5,75-MHz-Ton-Zf-Verstärkers und -Demodulators

Mit dem Impuls-Schallpegelmesser RS 120 lassen sich auch bewertete Messungen durchführen

A. Nagano

Hochwertige Hi-Fi-Endstufe der Betriebsklasse A+

Das Prinzip der Gegentaktverstärkung mit geringem Ruhestrom, bei dem die Halbwellen in getrennten Zweigen verarbeitet werden und der Arbeitspunkt in Richtung des unteren Kennlinienknicks verschoben ist, weist trotz des hohen Wirkungsgrades den Nachteil von Übernahmeverzerrungen bei geringer Aussteuerung auf, wenn diese auch durch besondere Schaltungsmaßnahmen auf geringe Werte gebracht werden können. Für Verstärker, die sehr hohe Ansprüche an das Klirrverhalten erfüllen sollen, wird daher der Arbeitspunkt in die Mitte des linearen Kennlinienteils gelegt (A-Betrieb); dabei verschlechtert sich allerdings die Energiebilanz erheblich. Die im Beitrag beschriebene Funktionsweise des A+-Verstärkers gestattet die Kombination geringster Nichtlinearität mit hohem Wirkungsgrad.

Die Stereo-Endstufe SE-A1 von Technics zeichnet sich durch eine neuartige Schaltungskonzeption und durch den Einsatz von integrierten Schaltungen aus. Wichtige Merkmale der Endstufe sind:

- sehr hoher Wirkungsgrad;
- hohe Ausgangsleistung;
- Verstärkerschaltung mit Gleichspannungskopplung.

Bild 1 zeigt die Vorderansicht des Geräts.

Bekanntlich sind Verstärker der Betriebsklasse A solchen der Betriebsklasse B in bezug auf die Linearität der Übertragungskennlinie weit überlegen. Da die positiven und negativen Zyklen des Ausgangsstromes in Verstärkern mit der Betriebsklasse B in getrennten Leistungstransistoren verstärkt werden, ist ein ständiges Umschalten der Signale erforderlich; dies führt zu Übernahmeverzerrungen. Bei Klasse-A-Verstärkern fließt dagegen ein hoher, konstanter Ruhestrom, so daß der lineare Kennlinienbereich der Leistungstransistoren genutzt werden kann. Das Signal muß dabei nicht ständig umgeschaltet werden, und es ergeben sich keine Übernahmeverzerrungen.

Untersucht man allerdings den Wirkungsgrad der verschiedenen Verstärker-Konfigurationen, dann erkennt man deutlich, daß in dieser Hinsicht die Betriebsklasse B der Betriebsklasse A bei weitem vorzuziehen ist. Wie man *Bild 2* entnehmen kann, ist die maximale Verlustleistung eines Verstärkers der Betriebsklasse A etwa fünfmal so hoch wie in der Betriebsklasse B. Mit anderen Worten: Ein Klasse-A-Verstärker würde nur etwa $^1/_5$ der Ausgangsleistung eines B-Verstärkers liefern, wenn die Kühlkörper gleiche Abmessungen hätten. Dies ist wohl auch der Grund, warum die meisten Verstärker in der Betriebsklasse B arbeiten.

Bild 1. Gleichspannungsgekoppelte Stereo-Endstufe mit 2x 350 W Ausgangsleistung

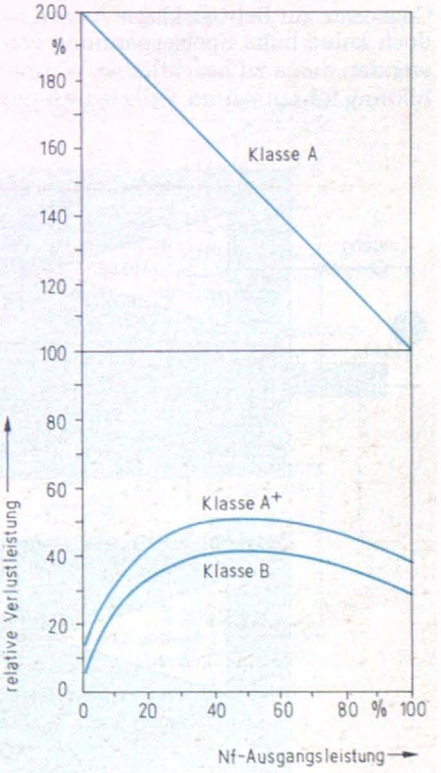


Bild 2. Ausgangsleistung und relative Verlustleistung können bei verschiedenen Arbeitspunkten der Endstufen in sehr unterschiedlichem Verhältnis stehen. Die Betriebsklasse A+ bildet dabei einen günstigen Kompromiß in bezug auf die Energiebilanz

Viele, allen Kompromissen abgeneigte Hi-Fi-Liebhaber ziehen trotzdem Verstärker der Betriebsklasse A vor, weil diese sich durch wesentlich geringere Nichtlinearitäten auszeichnen, wenn dies auch mit geringerer Ausgangsleistung erkauft werden muß. Bei manchen Verstärkerausführungen kann auch zwischen den Betriebsklassen A und B umgeschaltet werden, um eine Anpassung an die verwendeten Programmquellen oder andere Betriebsbedingungen zu gestatten. Dies bedeutet aber stets, daß entweder nur hohe Ausgangsleistung oder nur geringe Nichtlinearität (aber niemals beides) erhalten werden kann. Eine Endstufe, die beide Vorteile vereinen könnte, ist wohl der Wunschtraum vieler Hi-Fi-Liebhaber.

Mit der Entwicklung eines Verstärkers der Betriebsklasse A^+ wurde nun dieser Wunschtraum auch tatsächlich realisiert. Obwohl es sich bei einem Verstärker der Betriebsklasse A^+ eigentlich nur um eine Variante der Klasse A handelt, erweist sie sich dieser doch in Wirkungsgrad und Leistungsvermögen überlegen. Bei beiden Betriebsklassen ist ein Ruhestrom notwendig, der mindestens dem doppelten Wert des bei maximaler Ausgangsleistung auftretenden Spitzenstromes entspricht; im Gegensatz zur Betriebsklasse A wird jedoch keine hohe Speisespannung verwendet, die ja zu beachtlicher Wärmebildung führen würde. Falls jedoch nur die Speisespannung begrenzt wird, kommt es zu einer raschen Sättigung der Leistungstransistoren, was wiederum in Verlusten der Ausgangsleistung resultieren würde.

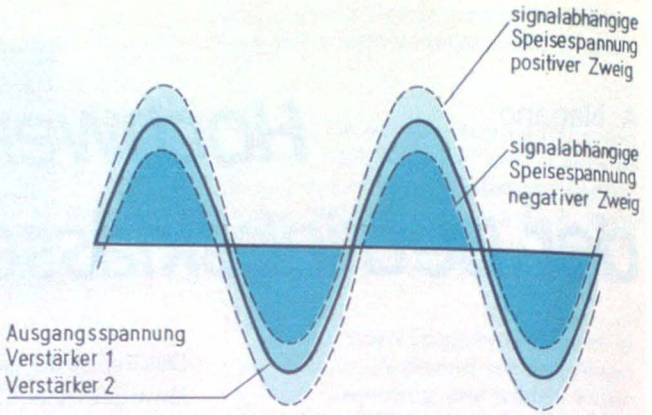


Bild 4. Kurvenformen der Ausgangsstufe des Verstärkers 1

Bei dem Verstärker der Betriebsklasse A^+ wurde dieses Problem durch die Verwendung eines Netzteils mit signalabhängigem Nullpunkt gelöst. Der Nullpunkt „folgt" immer dem Ausgangspegel einer Verstärkerschaltung der Betriebsklasse B, so daß Sättigung verhindert und gleichzeitig hohe Ausgangsleistung erzielt wird.

Das Grundprinzip des Verstärkers ist in *Bild 3* dargestellt. Der Verstärker 1 (zur Ansteuerung der Lautsprecher) arbeitet in der Betriebsklasse A, wogegen es sich bei Verstärker 2 (zur Ansteuerung der Stromversorgung) um einen Verstärker der Betriebsklasse B handelt. Beide Verstärker haben gleiche Amplitude und Phase, daher folgt der Nullpunkt der signalabhängigen Stromversorgung immer der Ausgangsspannung des Verstärkers 1. Die Kurvenformen der signalabhängigen Speisespannung und der Ausgangsspannung des Verstärkers 1 sind in *Bild 4* dargestellt. Der durch die beiden gestrichelten Linien begrenzte Bereich stellt den Betriebszustand dar, in welchem die Leistungstransistoren des Verstärkers 1 nicht gesättigt werden.

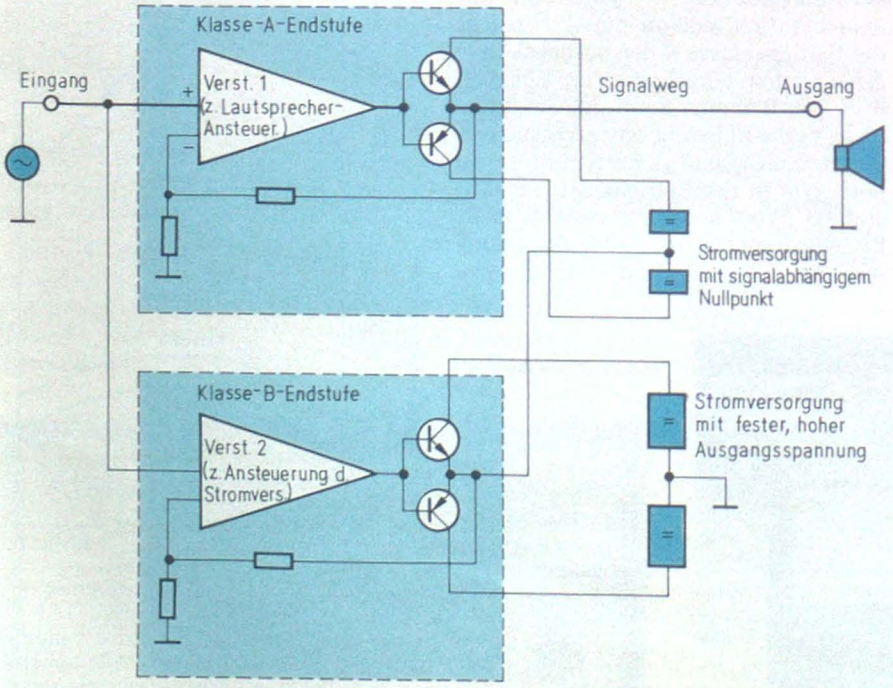


Bild 3. Die in Klasse A arbeitende Endstufe erhält ihre Betriebsspannung aus einer Stromversorgung, die von einem Klasse-B-Verstärker angesteuert wird. Damit folgt der Nullpunkt der signalabhängigen Stromversorgung stets der Ausgangsspannung des Verstärkers 1

Die Verlustleistung eines A^+-Verstärkers entspricht der Summe der Verlustleistungen in den Verstärkern 1 und 2. Wenn z. B. die Spannung der signalabhängigen Spannungsversorgung auf $^1/_{20}$ der Speisespannung für Verstärker 2 eingestellt wird, dann beträgt die Verlustleistung im Verstärker 1 nur $^1/_{20}$ der Verlustleistung eines konventionellen A-Verstärkers. Die Verlustleistung in Verstärker 2 bleibt gleich der eines herkömmlichen Verstärkers der Betriebsklasse B. Daher ergibt sich für den Verstärker der Betriebsklasse A^+ eine sehr niedrige Gesamtverlustleistung (Bild 2), die nur etwa ein Viertel der eines konventionellen Verstärkers der Betriebsklasse A ausmacht.

Neben dem höheren Wirkungsgrad sind Verstärker der Betriebsklasse A^+ auch in bezug auf die erreichbare Ausgangsleistung solchen der Betriebsklasse A überlegen. In Klasse-A-Verstärkern mußten bisher Leistungstransistoren mit hoher Spannungsfestigkeit und hoher zulässiger Verlustleistung eingesetzt werden, um eine hohe Ausgangsleistung erzielen zu können. Durch diese Maßnahme wurde jedoch das Übertragungsverhalten im Höhenbereich stark beeinträchtigt. Bei einem A^+-Verstärker können dagegen Leistungstransistoren mit relativ geringer Spannungsfestigkeit und niedrigen zulässigen Verlusten verwendet werden, wodurch sich ein ausgedehnter

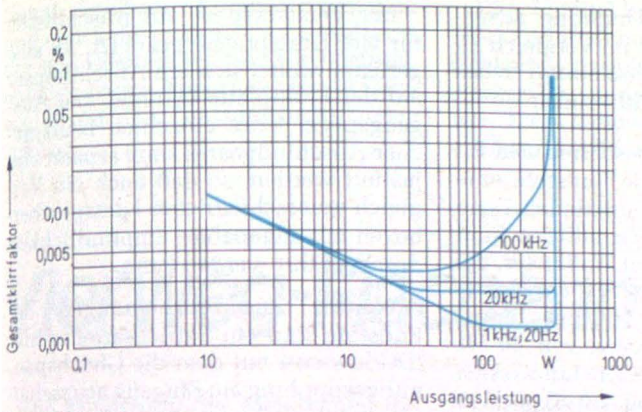


Bild 5. Gesamtklirrfaktor der A⁺-Endstufe in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung

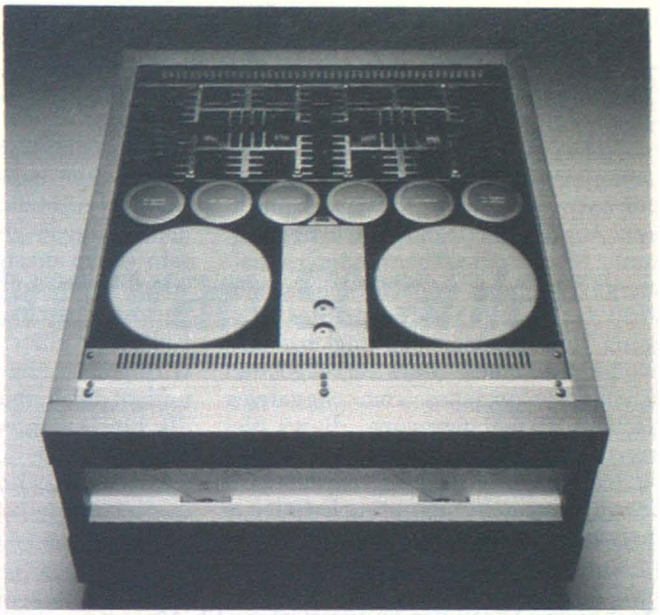


Bild 6. Innenaufbau des Verstärkers SE-A1

Übertragungsbereich verwirklichen läßt. Verstärker der Betriebsklasse A⁺ weisen aus diesem Grunde sogar weniger Nichtlinearitäten auf als solche der Betriebsklasse A.

Mit dem SE-A1 konnte ein Stereo-Leistungsverstärker der Betriebsklasse A mit einer extrem hohen Ausgangsleistung von 2x 350 W für den Heimgebrauch realisiert werden; dabei erwiesen sich ein Kühlgebläse oder andere Zwangskühlungen als überflüssig, so daß sich dieses Modell trotz der hohen Ausgangsleistung durch recht bescheidene Abmessungen auszeichnet. Wie *Bild 5* zeigt, weist die Endstufe bei einer Nennleistung von 2x 350 W (Frequenzbereich 20 Hz...20 kHz) einen Klirrfaktor von nur 0,003 % auf. Den Innenaufbau des Verstärkers zeigt *Bild 6*.

Um besondere Ansprüche auch bei der Übertragung tiefer Frequenzen zu erfüllen, mußte ein neuartiger Gleichstrom-Verstärker entwickelt werden. Eines der wichtigsten Kriterien für ei-

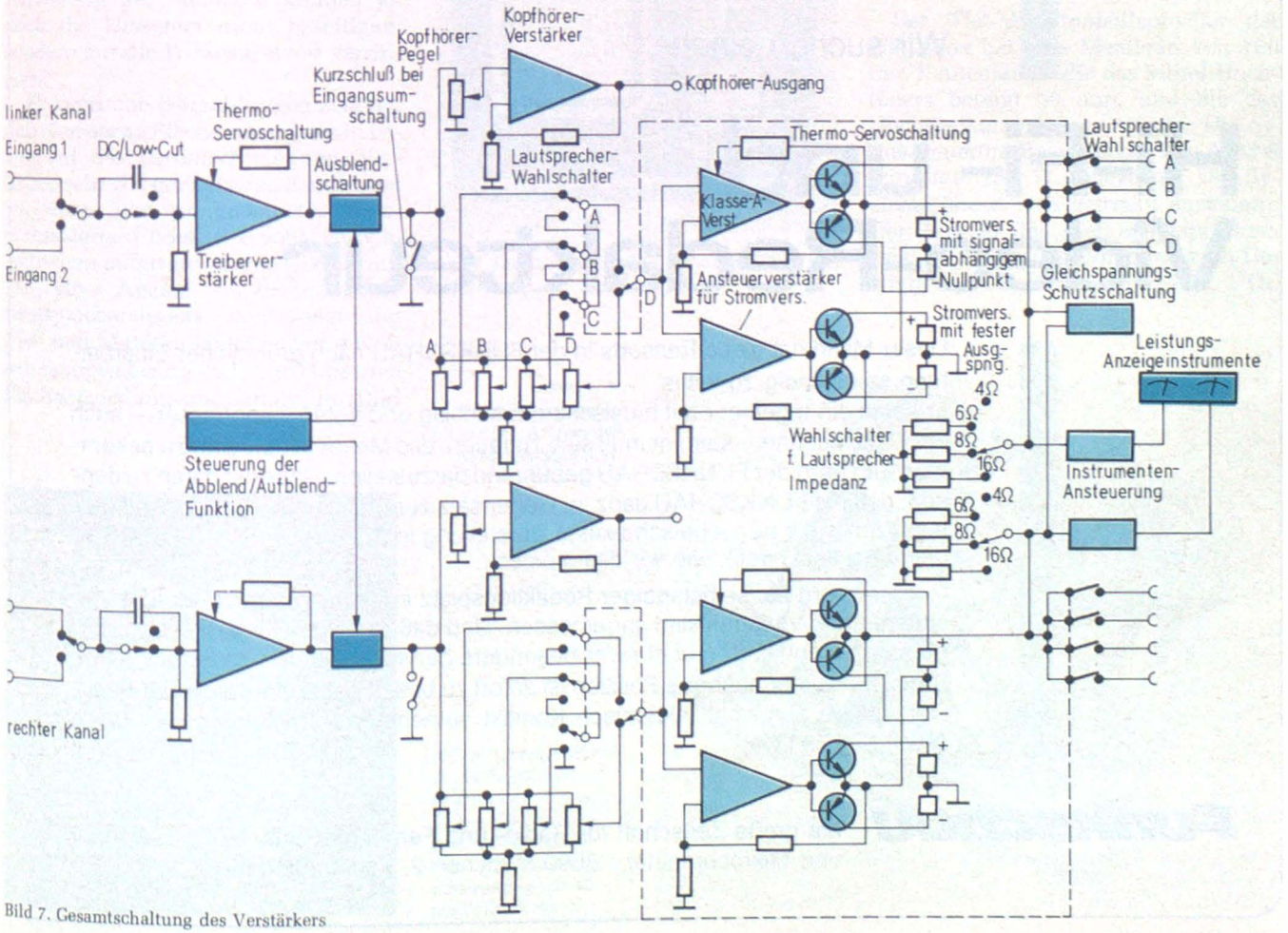


Bild 7. Gesamtschaltung des Verstärkers

nen Gleichstrom-Verstärker ist dabei die Vermeidung von Gleichstromdrift in der Ausgangsstufe. Diese Drift ist bei herkömmlichen Konstruktionen hauptsächlich auf thermische Instabilität der Verstärkerbauteile innerhalb der ersten Differenzverstärkerstufe und in der Stromspiegelschaltung zurückzuführen. Aus diesem Grund wird in der Endstufe SE-A1 eine Thermo-Servoschaltung verwendet. Sobald Gleichstromdrift festgestellt wird, wird der Ausgang der Detektorschaltung zur Ansteuerung eines wärmeerzeugenden Elementes (welches vom Signalweg isoliert ist) herangezogen; dieses Element wird dann mit den Bauteilen der ersten Verstärkerstufe auf thermischem Wege gekoppelt, um optimale Balance herzustellen. Die Gleichstromdrift wird dadurch direkt am Ursprung ausgeschaltet und ist damit im Vergleich zu konventionellen Wechselstromverstärkern praktisch vernachlässigbar.

Neben den bereits beschriebenen Eigenschaften besitzt die Endstufe eine Vielzahl zusätzlicher Funktionen. Dazu gehören zwei ablesefreundliche (und sehr genau anzeigende) Wattmeter, die speziell für den Typ A1 entwickelt wurden; bereits eine einzige Sinuswelle mit einer Frequenz von 20 Hz wird präzise angezeigt. Die Linearskala umfaßt den Bereich von –50 dB bis +10 dB. Ein Lautsprecher-Impedanzwähler ermöglicht die Verwendung der gleichen Anzeigeskala auch bei Lautsprecherboxen mit abweichender Impedanz.

Technische Daten des Endverstärkers SE-A1

Ausgangsleistung:	350 W pro Kanal an 4 Ω oder 8 Ω (bei Aussteuerung beider Kanäle)
Gesamtklirrfaktor:	<0,003 % bei Nennleistung (20 Hz...20 000 Hz) <0,01 % bei halber Nennleistung (5 Hz...100 kHz)
Übertragungsbereich:	20 Hz...20 000 Hz (+0 dB; –0,05 dB) 0 Hz...100 kHz (+0 dB; –1 dB)
Anstiegsgeschwindigkeit:	80 V/µs
Eingangsempfindlichkeit:	1 V...10 V (einstellbar)
Fremdspannungsabstand:	120 dB (IHF A)

Der Verstärker ist mit Anschlüssen für vier Lautsprecherpaare (A...D) ausgerüstet, wobei sich ein Anschlußpaar auf der Frontplatte befindet. Der Ausgangspegel jedes einzelnen Lautsprecher-Anschlußpaares kann separat einjustiert werden, so daß auch ein Vergleich unterschiedlicher Lautsprecherboxen mit angepaßter Empfindlichkeit durchgeführt werden kann.

Weitere Zusatzeinrichtungen der Endstufe sind ein Betriebsartenwähler (DC/low-cut) mit dem die Gleichspannungskopplung am Eingang abgeschaltet werden kann, Eingangsschalter (on/off) und Eingangswähler (Input 1/Input 2). Falls am Eingang des Verstärkers Komponenten angeschlossen sind, die Gleichspannungen im Ausgang aufweisen, dann könnten die Schalter starke Schaltgeräusche erzeugen, wenn nicht Gegenmaßnahmen getroffen werden. Aus diesem Grund sind alle Schalter mit einer Abblend/Aufblend-Funktion ausgestattet. Die Gesamtschaltung des Verstärkers zeigt *Bild 7*.

Zur Ausstattung gehören ferner ein fernbedienter Netzschalter, ein ge-

Wir suchen einen

Hi-Fi- und Video-Redakteur

Unser Mann hat diese Ressorts in der FUNKSCHAU nach gründlicher Einarbeitung selbständig zu leiten.
Er sollte ein Ingenieur mit musischem Einschlag und guten Kenntnissen – auch der Digitaltechnik – sein; er muß sich zutrauen, das Metier in den Griff zu bekommen, um es in der FUNKSCHAU gebührend darzustellen. Dabei ist daran zu denken, daß die FUNKSCHAU ganz im Gegensatz zur Publikums-Hi-Fi-Presse großen Wert auf eine technisch exakte Darstellung legt. Wer die FUNKSCHAU regelmäßig liest, weiß, wie wir das meinen.

Geboten wird ein selbständiger Redaktionsplatz in einem guten Team. Die Leistungen des Verlages sind angemessen. Und daß es sich in München und Umgebung leben läßt, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden.
Die hier ausgeschriebene Position ist sofort zu besetzen. Wer sich dafür interessiert, möge zunächst telefonisch Kontakt aufnehmen mit Dipl.-Ing. U. Radke (089) 5117317.

Funkschau die große Zeitschrift für Radio- und Fernsehtechnik, Hi-Fi, Elektronik und Mikrocomputer · 8000 München 2, Karlstraße 41

trennt regelbarer Kopfhörerverstärker und eine aufwendige Schutzschaltung, die vor Übertemperatur, Gleichstromanteilen an den Ausgängen sowie Kurzschluß an den Lautsprecherklemmen schützt.

Die Entwicklung dieser Endstufe SE-A1 eröffnet eine Vielzahl von Möglichkeiten für zukünftige Leistungsverstärker. Die für dieses Modell erarbeiteten Technologien werden sicherlich auch in Verstärkergenerationen der Zukunft Anwendung finden. Die wichtigsten technischen Daten des Verstärkers sind in der *Tabelle* aufgeführt. Zur Ansteuerung der Endstufe dient der gleichspannungsgekoppelte Vorverstärker SU-A2 des gleichen Herstellers.

Vierweg-Flächenmembran-Strahler

Die Konusform der Membranen dynamischer Lautsprecher hat – obwohl Konuslautsprecher am meisten verbreitet sind – einige für ein ideales Abstrahlverhalten nachteilige Eigenschaften. Dazu zählen Partialschwingungen, eine begrenzte Steife sowie der Einfluß des Hohlraums vor dem Konus (Cavity-Effekt). Die entstehenden Schwingungsformen einer konusförmigen Membran sind recht kompliziert; sie bestehen aus Biegeschwingungen unterschiedlicher Erscheinungsform (Streckung und Stauchung), die eine theoretisch ideale, kolbenförmige Bewegung der Membran verhindern. Gegenmaßnahmen wie die künstliche Beschwerung der Membran können jedoch die Ursachen nicht beseitigen, sondern nur die Wirkung etwas verringern.

Theoretische Betrachtungen zeigten, daß eine ebene Flächenmembran in bezug auf das Partialschwingungs-Verhalten sehr viel einfacher zu handhaben ist, wenn man ein geeignetes Membranmaterial findet. Bei Sony entwikkelte man aufgrund dieser Überlegungen eine Anzahl unterschiedlicher Lautsprecherchassis, von denen der Tief- und Mitteltonlautsprecher mit einer honigwabenähnlich strukturierten Flächenmembran aus Aluminium (*Bild 1*) ausgestattet ist, die eine hohe Biegesteife besitzt. Untersuchungen des dynamischen Dehnungsverhaltens mit Dehnungsmeßstreifen zeigten, daß die Deformation einer Mehrlagen- (Sandwich-) Honigwaben-Membran in quadratischer Ausführung mit 270 mm Kantenlänge zwischen 10- bis 30mal geringer ist als die einer üblichen 380-mm-Konusmembran aus Papier.

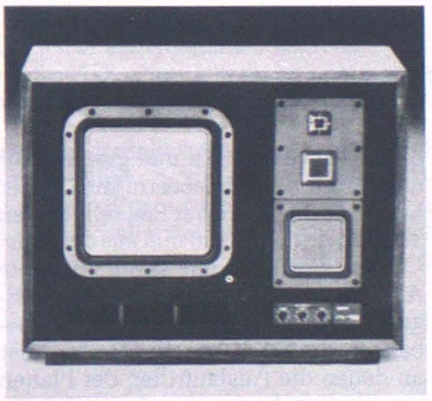
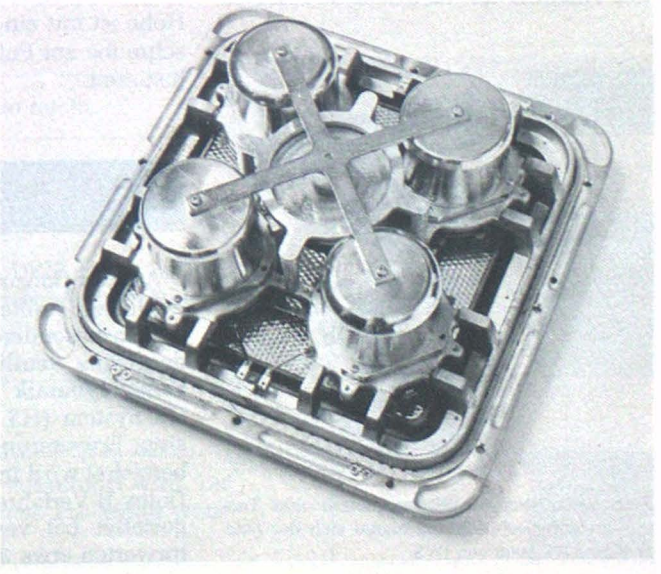


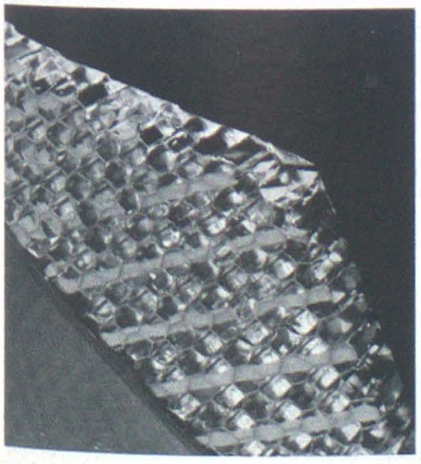
Bild 3. Die Lautsprecherbox APM-8 von Sony mit Flächenmembran-Strahlern

In weiteren Untersuchungen fand man als geeignete Antriebsform für den Tieftonlautsprecher (Membran-Kantenlänge = 380 mm) eine Anordnung von vier Schwingspulen, wie sie *Bild 2* zeigt. Alle anderen Lautsprecherchassis weisen ebenfalls Flächenmembranen, aber nur eine Schwingspule auf. Die Membranen des Mittel-Hochton- sowie des Hochton-Chassis bestehen aus Carbocon-Faser. Der Hersteller bezeichnet eine Vierweg-Box, die ausschließlich mit Flächenmembran-Lautsprechern bestückt ist, als APM-8 (*Bild 3*). APM heißt hier Accurate Pistonic Motion (exakte kolbenförmige Bewegung).

Der Tief-Mitteltonlautsprecher der 200-l-Box hat eine Membran von 180 mm Kantenlänge, die des Mittel-Hochtöners beträgt 60 mm, und die des Hochtonlautsprechers 30 mm. Die Sinus-Dauerton-Belastbarkeit des APM-8 wird mit 150 W angegeben. Die Systeme lassen sich getrennt ansteuern. Der Antrieb des Tieftonlautsprechers trägt offensichtlich erheblich zum Gewicht bei: Die Box wiegt 92 kg. Th.

Bild 2. ▶ Vier Schwingspulen bilden den Antrieb des APM-Tief-Mitteltön-Lautsprechers





◀ Bild 1. Querschnitt durch die Wabenstruktur der 10 mm dicken Flächenmembran. Als Werkstoff dient eine Aluminiumlegierung mit 40 µm Foliendicke

Lavalier-Kleinstmikrofon

Ganze sieben Millimeter Durchmesser weist ein Lavaliermikrofon von Beyer Dynamic auf, das sich für den Einsatz zusammen mit drahtlosen Mikrofonsendern eignet. Das MCE 5 *(Bild)* ist ein Kondensatormikrofon nach dem Elektret-Prinzip, bei dem die Folie des Back-Elektret-Wandlers mit einer besonders hohen Ladung versehen wurde, so daß sich trotz der geringen Membranabmessungen ein recht hoher Übertragungsfaktor ergibt.

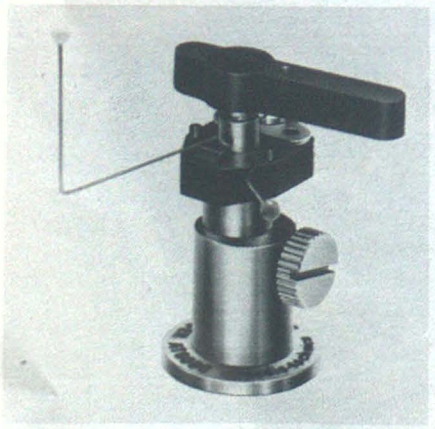
Für den Reportageeinsatz im Freien wurde ein kleiner Windschutz entwickelt. An drahtlose Mikrofonsender läßt sich das Mikrofon direkt anschließen; bei kabelgebundenem Einsatz ist der Anschluß an die übliche 48-V-Phantom-Speisung über einen Adapter möglich. Der Übertragungsbereich des Mikrofons wird mit 20 bis 20000 Hz angegeben. Der Feld-Betriebsübertragungsfaktor beträgt 6 mV/Pa, der Geräuschspannungsabstand 63 dB. Das Mikrofon hat Kugelcharakteristik; der Grenzschalldruck (1 kHz, k = 5%) erreicht 116 dB.

Ganze sieben Millimeter Durchmesser hat das Ansteck-Elektret-Mikrofon MCE 5 von Beyer Dynamic

Tonarm-Abhebevorrichtung

Eine Endabhebevorrichtung, die aufgrund einer magnetischen Festhaltung mit geringen Auslösekräften arbeitet und sich wegen des unkomplizierten Aufbaus zum Nachrüsten älterer nichtautomatischer Plattenspieler eignet, bietet JWS-Audio-System unter der Bezeichnung AT 6006 Safety-Raiser an (*Bild*). Der winklig abgebogene, mit einer gelben Kuppe versehene Auslösehebel wird durch einen kleinen zylindrischen Magneten so gehalten, daß er den Abhebearm durch eine Nut in der unteren Stellung festhält. Bei Anstoßen des Tonarms am Auslösehebel löst sich dieser vom Magneten und gibt die Nut und damit den Abhebearm frei. Dieser hebt dann bei korrekter Einstellung den Tonarm um etwa 6...8 mm aus der Rille.

Beim Positionieren sollte man die Auslösung erst einmal ohne Befestigung durch das selbsthaftende Klebeband ausprobieren, da die Durchmesser an denen die Auslaufrillen der Platten gewöhnlich beginnen, etwas streuen. Der Tonarm wird bei richtiger Einstellung sehr sanft herausgehoben. Wird keine Endabhebung gewünscht, so läßt sich der Abhebearm mit einem zweiten Hebel blockieren. Die gewünschte Höhe ist mit einer handlichen Rändelschraube am Fuß des Geräts leicht zu justieren.



Zum Nachrüsten von Plattenspielern ohne Tonarm-Endabhebeeinrichtung eignet sich der Safety-Raiser AT 6006 von JWS

Hi-Fi-Nachrichten

Auf der Consumer Electronics Show in Chicago stellte Dolby ein System vor, das insbesondere bei Kassettenrecordern eine **deutliche Erweiterung der Höhendynamik** bewirken soll. Das HX-System (HX = Headroom Extension; Erweiterung des Aussteuerungsbereichs) wird in Verbindung mit dem Dolby-B-Verfahren angewendet und gestattet bei vergleichbaren Klirrfaktorwerten etwa 3 dB höhere Aussteuerungspegel (abhängig von der Bandsorte) bei tiefen und mittleren Frequenzen, während sich bei 10 kHz und darüber eine Verbesserung von mindestens 10 dB ergibt. Die neue Technologie steht allen Lizenznehmern des Dolby-B-Systems ohne zusätzliche Lizenzgebühren zur Verfügung.

□

Als „exemplarisch für ihre Zeit" zeigte das **Hamburger Museum für Kunst und Gewerbe** von Ende Mai bis Anfang Juli eine Reihe von Hi-Fi-Stereo-Anlagen von Bang & Olufsen. Das Museum verfolgt seit Jahren die Formgebung von Geräten aus dem Medienbereich.

□

Vom 25. bis 27. Oktober 1979 findet in Tübingen das **sechste Soundseminar** der Elakustik-Consult statt. Das Seminar befaßt sich mit Beschallungstechnik, Fragen der Schallübertragung, Schallaufnahme und -wiedergabe. Der Schwerpunkt liegt auf der Studiotechnik; dazu sind an zwei Abenden Workshops im Landesstudio des Südwestfunks vorgesehen. Die Gesamtdauer des Seminars beträgt drei Tage.

□

Dynamikgewinne von 1...3 dB und höhere Aussteuerbarkeit bei kurzen Wellenlängen durch verbesserte Beschichtungen weisen die neuen Kassettentonbänder UD, UL und UD-XL I (Entzerrung 120 µs, VM-Einstellung Normal) sowie UD-XL II (Entzerrung 70 µs, VM-Einstellung Chrom) von Maxell auf. Daneben wurden die Kassettengehäuse durch zusätzliche Stege an der Vorderseite und den Seitenflanken verstärkt, so daß sich eine größere Verwindungssteife ergibt.

□

Ein **neues Material für Tonköpfe,** das dem bisher verwendeten GX-Ferrit in monolithischer Form überlegen sein soll, wurde bei Akai entwickelt. Der Werkstoff Super-GX besteht aus kristallinem Ferrit mit verbesserten Eigenschaften und weist eine erhöhte magnetische Sättigung auf, die den größeren notwendigen Aufsprechfeldstärken für Metallbänder entgegenkommt. Trotz 2 dB höherer Aussteuerbarkeit ist das neue Material kosteneffektiver als z. B. Sendust; daneben ermöglicht es geringere Toleranzen in der Spaltgeometrie. Der Hersteller will Super-GX in den zukünftigen Zwei- und Drei-Kopf-Geräten einsetzen.

Hans Werner

Mikrocomputer

Eine kleine Einführung

26. Teil

Noch'n Test...

Nicht immer wird ein Programm in der linearen Reihenfolge 0, 1, 2... abgearbeitet.

Ist das bei Punkt a, b oder c der Fall?

- ☐ a) bei einem Unterprogramm
- ☐ b) bei einem Makro
- ☐ c) weder bei a noch bei b

Bei Lösung
a) nach D
b) nach J
c) nach L

A

Die Lösung ist nicht richtig. Lesen Sie bitte die Erklärung.

```
LA  AC  k   0D      Lade die Konstante 0
AD      k   64D     Addiere 64: 0+64 = 64 (01000000)
BR  EN  d   UHU     Springe nach UHU, wenn das Ergebnis negativ ist
SH  LI      1D      Schiebe den Inhalt des Akkus um 1 nach links (10000000)
BR  EN  d   AHA     Springe nach AHA, wenn das Ergebnis negativ ist
```

Nach dem Schiebebefehl ist Bit 7 gleich 1, d. h. der Inhalt des Akkus wird vom Statusregister als negative Zahl erkannt. Somit erfolgt ein Sprung zur Adresse AHA. Natürlich ist das Bitmuster 10000000 nicht unbedingt eine negative Zahl. Es kann verschiedene Bedeutungen haben, z. B. eine Schalterstellung. Das Statusregister reagiert immer auf Bit 7, gleichgültig welche Bedeutung der Programmierer dem Inhalt des Akkus zuweist.

nach G

B

Sie haben unrecht. Die symbolische Adresse vor den Befehlen wird auch als Marke oder Label bezeichnet. In der Assemblersprache werden Marken (Adressen) eigentlich nur für Sprungziele usw. angegeben. Weitere Programmarken sind möglich, aber nicht nötig.

nach I

C

Sie haben richtig gewählt. Die nächste Aufgabe wird nicht so leicht.

nach E

D

```
      ...   312
EINS  ....
ZWEI  ....
DREI  ....
```

Für die Variablen EINS, ZWEI und DREI sollen im RAM die Speicherzellen 312...314 reserviert werden. Tragen Sie die fehlenden Angaben nach.

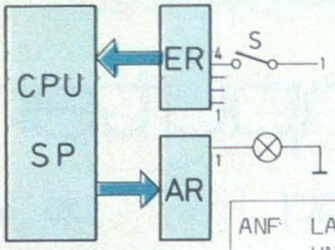
nach K

E

Sie haben richtig erkannt, daß der erste Sprungbefehl nicht ausgeführt wird. Zu diesem Zeitpunkt ist Bit 7 noch 0. Wenn Sie eine ausführliche Erklärung wünschen, lesen Sie bitte Testabschnitt B.

nach G

F



Mit dem kleinen Programm soll der Schalter S abgefragt werden. Er ist am Eingang 4 des Eingangsregisters angeschlossen. Die Lampe leuchtet nur dann, wenn der Schalter geschlossen ist. Leider war der Programmierer ein Anfänger. Er hat einige Befehle mit den falschen Adressiermerkmalen d, k, i versehen. Wie ist es richtig?

```
ANF  LA AC k   512D   Lade Schalterfeld
     UN   d     4D   Selektiere Schalter S
     BR EO d   ANF   Wenn S geöffnet: nach ANF
     LA AC d    1D   Zahl 1 laden
     SP AC d  512D   1 ausgeben (Lampe leuchtet)
     JMP  i   ANF
```

Schalter geschlossen = 1 Lampe leuchtet = 1

nach N **G**

Sehr gut! Sie haben die richtige Antwort gefunden.

nach I **H**

Das Sprungziel des Befehls JMP i 100 kann nicht angegeben werden, weil der Inhalt des ...

nach P **I**

Die Antwort ist falsch. Makros werden bei der Umwandlung „Assemblersprache in Maschinencode" in das Hauptprogramm eingefügt, d. h. es gibt keine Sprünge zu einem Makroprogramm. Im Maschinencode fehlen sämtliche Makro*aufrufe*.

nach E **J**

Lösung:

```
        ORG   312
EINS    VARI
ZWEI    VARI
DREI    VARI
```

Mit der Organisationsanweisung ORG 312 werden die Speicherplätze 312, 313 und 314 im RAM reserviert. VARI bedeutet: Variable

nach M **K**

Das ist leider nicht richtig. Wiederholen Sie bitte die Aufgabe. (Aber nicht raten, sondern überlegen!)

nach A **L**

```
LA AC k   0D
AD   k  64D
BR EN d UHU
SH LI     1D
BR EN d AHA
```

Mit welchem Befehl wird das Programm fortgesetzt?
BR EN: Springe, wenn das Ergebnis negativ ist

☐ a) mit UHU
☐ b) mit AHA

Bei Lösung
a) nach B
b) nach F

M

Lösung:

```
ANF  LA AC k  d  512D
     UN   d   k   4D
     BR EO d   d  ANF
     LA AC d   k   1D
     SP AC d   d  512D
     JMP  i    d  ANF
```

Haben Sie's gewußt?

nach O **N**

Zum Schluß noch eine leichte Aufgabe: Was ist eine Programmarke (Label)?

☐ a) Die symbolische Adresse vor den Befehlen.
☐ b) Die Anweisung ORG vor der Variablenliste.

Bei Lösung
a) nach C
b) nach H

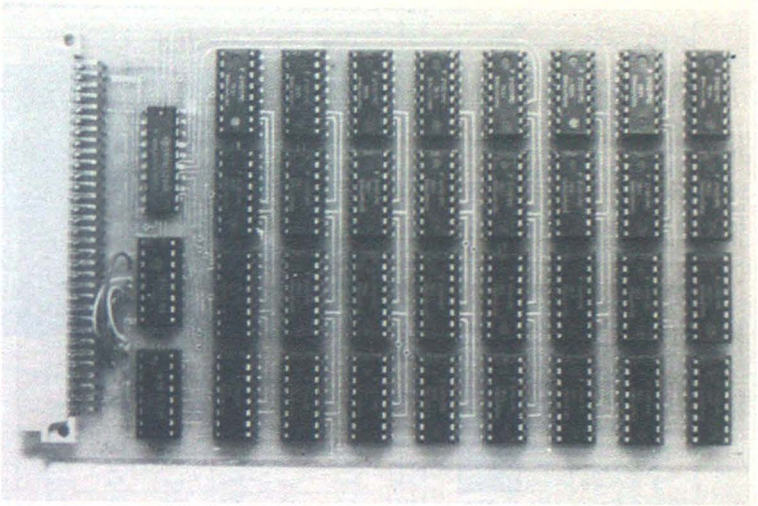
O

... weil der Inhalt des Indexregisters nicht bekannt ist. Sicherlich bedauern Sie es, daß der Test zu Ende ist. Oder etwa nicht?

PAUSE **P**

(Fortsetzung folgt)

4-K-RAM-Karte



Auf den meisten Ein-Platinen-Mikrocomputern ist nur ein relativ geringer RAM-Speicherbereich vorgesehen. Sobald die Programme etwas umfangreicher werden, genügt dieser Speicherplatz nicht mehr. Eine preisgünstige Lösung zur Speichererweiterung stellt die beschriebene 4-KByte-RAM-Karte dar. Sie eignet sich u. a. zur Erweiterung des in der Serie „Praxis mit Mikroprozessoren" beschriebenen 8080-Systems.

Die 4K x 8 bit orientierte Speicherkarte ist an alle Mikrocomputersysteme anschließbar, die einen 8-bit-Daten- und einen 16-bit-Adressenbus besitzen. Daneben müssen nur noch zwei Steuersignale (Speicher lesen/Speicher schreiben) und +5 V zugeführt werden. Als Speicherbausteine sind die bekannten Standard-RAMs 2102 eingesetzt, die von verschiedenen Herstellern preiswert angeboten werden. *Bild 1* zeigt die Anschlußbelegung.

Das Gesamtschaltbild der Karte zeigt *Bild 2*. Jeweils acht Bausteine 2102 sind zu einem 1-K-Block zusammengefaßt. Hierin liegen alle Anschlüsse der 2102 außer den Datenein- und Ausgängen parallel.

Die acht Dateneingangsleitungen eines Blocks (jeweils Pin 11 eines 2102) sind über den Schnittstellenstecker direkt an den Datenbus des Rechners gelegt, wie die Dateneingangsleitungen der übrigen drei 1-K-Blocks. Ebenso führen die zehn Adreßleitungen aller Blocks (A0...A9) über den Stecker direkt an den Adreßbus des Rechners.

Dies kann ungepuffert geschehen, da der Eingangsstrom eines 2102-Einganges maximal 10 µA beträgt, der Adreß- und Datenbus also mit maximal 40 µA belastet werden. Die Datenausgänge aller Blocks (jeweils Pin 12 am 2102) führen an die Eingänge des Achtfach-Treiberbausteines 74244. Sie werden nur dann verstärkt auf den Rechner-Datenbus gelegt, wenn dieser Baustein ein Chip-Select-Signal erhält.

Mit 10 Adreßleitungen lassen sich 2^{10}, also 1024 Byte adressieren. Welcher der vier Blöcke nun angesprochen wird, wird durch die zwei höherwertigeren Adreßbits A10 und A11 bestimmt. Diese führen an die Eingänge A0 und A1 des 1-aus-8-binär-Decoders 74138.

Abhängig von den Zuständen an den Eingängen A0 und A1 wird einer der vier beschalteten Ausgänge zu log. Null werden. Jeder dieser Ausgänge führt auf die $\overline{CE}$-Eingänge jeweils eines 1-K-Blockes, jeweils ein Block wird also freigegeben. Wo nun der 4-K-Bereich innerhalb des gesamten 64-K-Bereiches liegt, wird durch die restlichen Adreßbits A12...A15 bestimmt. Diese Decodierung wir ebenfalls vom IC 74138 durchgeführt. Dabei müssen die Freigabeeingänge E1 und E2 „Ø", E3 „1" sein. Weiter muß der Eingang A2 „Ø" sein, da nur die Ausgänge O 0...3 beschaltet sind. Soll nun der Adreßbereich der Karte etwa ab der hexadezimalen Adresse 1000 liegen, müssen die oberen vier Adreßleitungen, die dann den Zustand

A15 = 0 A14 = 0 A13 = 0 A12 = 1

annehmen, entsprechend mit diesen Eingängen verbunden werden, also A12 auf E3, A13 bis A15 auf $\overline{E2}$, $\overline{E1}$ und A2.

Bei Adreßbereichen, bei denen mehr als ein Adreßbit auf „1" liegt, etwa 3000 als Startadresse, müssen diese Adreßbits UND-verknüpft auf E3 geführt werden. Dies geschieht durch eine Dioden-Widerstandskombination. Eine Gesamtübersicht der Festlegung des Adreßbereiches zeigt *Bild 3*.

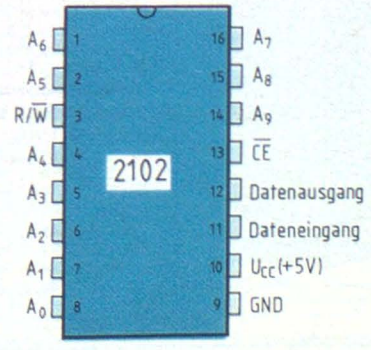


Bild 1. Anschlußbelegung der verwendeten RAM-Chips 2102

Durch diese etwas „holprige" Art der Adreßbereichsfestlegung unterscheidet sich die 4-K-Karte von professionellen Ausführungen, die dazu meist einen DIL-Schalter mit entsprechender Logik verwenden. Dies ist jedoch hier nicht nötig, da beim Hobbyelektroniker der einmal gewählte Adreßbereich meist fest bleibt.

Aus Bild 3 erkennt man ferner, daß der Adreßbereich 0000...0FFF nicht ansprechbar ist. Auch dies ist kein großer Nachteil, da ab Adresse 0000 in jedem System entweder Monitorprogramm (8080, Z 80) oder ein schon in der Grundversion vorhandenes RAM steht (6800, 6502).

Die hohe Packungsdichte zwang auch zu einer unkonventionellen Lösung der Durchschaltungsfreigabe der Datenausgänge auf den Rechner-Datenbus. Die Durchschaltung wird mit dem 74244 erledigt, wie schon oben beschrieben wurde. Die Ausgänge eines Blocks dürfen nur dann auf den Datenbus gelegt werden, wenn ein Block adressiert ist und das Steuersignal $\overline{MEMR}$ (Speicher lesen) vom Rechner auf Null gelegt wird. Diese Verknüpfung führt der 74148, ein binärer 8-zu-3-Encoder durch. Sein Ausgang GS geht nur dann auf Null, wenn der Eingang E1 und mindestens einer der Eingänge 0...3 auf Null liegen. GS schaltet dann über die CS-Eingänge den Bustreiber 74244 durch.

Das Steuersignal $\overline{MEMW}$ (Speicher lesen) führt direkt an die $R/\overline{W}$-Eingänge

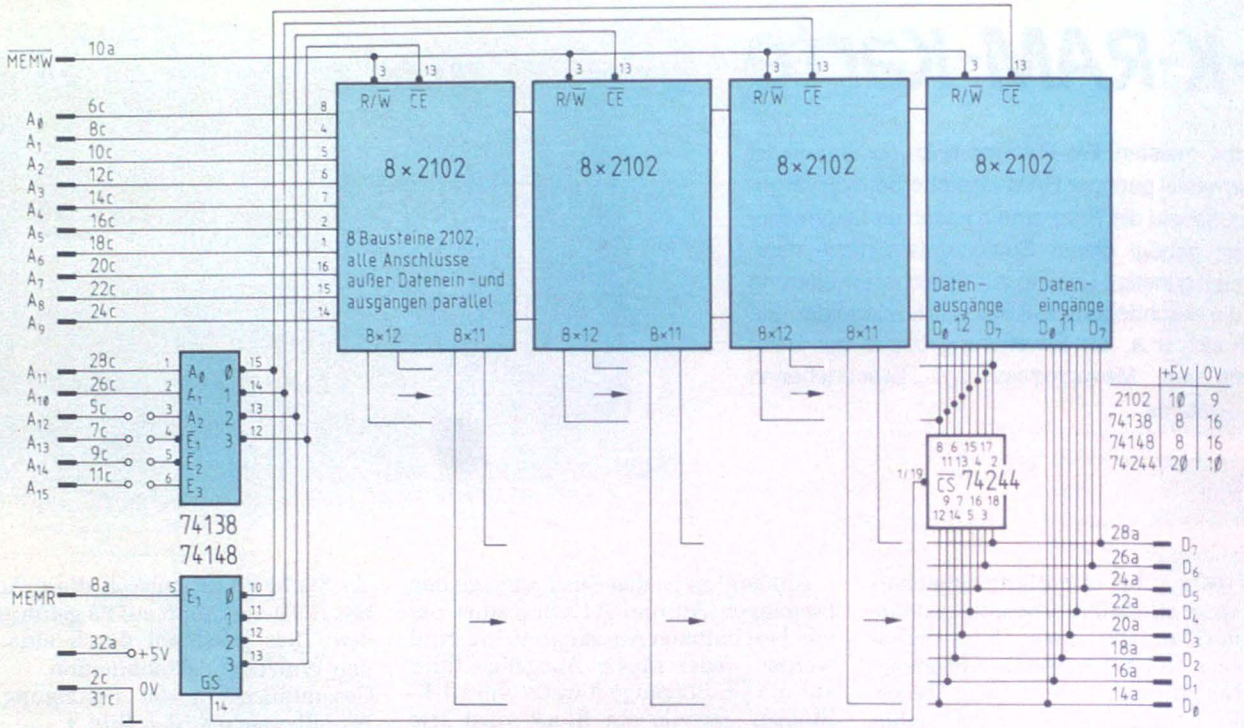


Bild 2. Gesamtschaltbild der 4-K-Speicherkarte. Die angegebene Steckerbelegung ist kompatibel zum Siemens-SMP-80-System

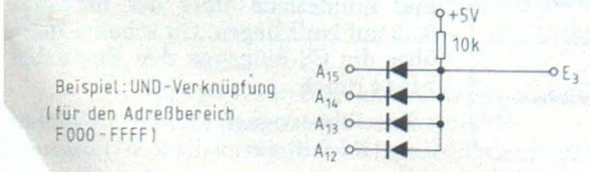
aller 2102-Speicherbausteine. Ist eine Zelle des 4-K-Bereiches adressiert und MEMW aktiv, so wird die auf dem Datenbus befindliche Bitkombination gespeichert.

Eine Bausatzversion sowie ein geprüftes Fertiggerät sind bei der Firma Graf Elektronik Systeme GmbH (Postfach 1610, 8960 Kempten) erhältlich.

Bild 4 zeigt die Unterseite der doppelseitig-durchkontaktierten Platine mit den (leider) notwendigen Drahtbrücken. *Bild 5* zeigt die Bestückungsseite, wobei Pin 1 der ICs jeweils durch einen Punkt gekennzeichnet ist. Daraus geht auch hervor, wie die ICs den Datenbits zugeordnet sind, was die Fehlersuche sehr vereinfacht. Speziell bei Verwendung preiswerter RAM-ICs ist es vorteilhaft, Sockel zu verwenden.

Bereich	A_2 (Pin 3)	$\overline{E_1}$ (Pin 4	$\overline{E_2}$ (Pin 5	E_3 (Pin 6)
1000 – 1FFF	A_{15}	A_{13}	A_{14}	A_{12}
2000 – 2FFF	A_{12}	A_{15}	A_{14}	A_{13}
3000 – 3FFF	A_{15}	M	A_{14}	$A_{12} \wedge A_{13}$
4000 – 4FFF	A_{12}	A_{13}	A_{15}	A_{14}
5000 – 5FFF	A_{15}	M	A_{13}	$A_{12} \wedge A_{14}$
6000 – 6FFF	A_{15}	M	A_{12}	$A_{13} \wedge A_{14}$
7000 – 7FFF	M	M	A_{15}	$A_{12} \wedge A_{13} \wedge A_{14}$
8000 – 8FFF	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}
9000 – 9FFF	A_{13}	M	A_{14}	$A_{12} \wedge A_{15}$
A000 – AFFF	A_{12}	M	A_{14}	$A_{13} \wedge A_{15}$
B000 – BFFF	M	M	A_{14}	$A_{12} \wedge A_{13} \wedge A_{15}$
C000 – CFFF	A_{12}	M	A_{13}	$A_{14} \wedge A_{15}$
D000 – DFFF	M	M	A_{13}	$A_{12} \wedge A_{14} \wedge A_{15}$
E000 – EFFF	M	M	A_{12}	$A_{13} \wedge A_{14} \wedge A_{15}$
F000 – FFFF	M	M	M	$A_{12} \wedge A_{13} \wedge A_{14} \wedge A_{15}$

Bild 3. Festlegung des Adressenbereichs der RAM-Karte durch UND-Verknüpfung der Adreßleitungen



Beispiel: UND-Verknüpfung (für den Adreßbereich F000 – FFFF)

Speicher-Test

Haben Sie alles zusammengebaut? Das untenstehende 8080-Maschinencode-Programm testet den Speicher, indem es in jede Zelle alle Werte von 00 bis FF einträgt. Die Anfangsadresse des zu testenden RAM muß im HL-Register stehen, die Endadresse im DE-Register. Wenn alle Zellen funktionieren, erfolgt die Rückkehr mit gelöschtem Carry-Bit, andernfalls wird es gesetzt und die Fehleradresse im HL-Register übergeben. Das Programm ist beliebig verschiebbar.

0000 C5	0012 C20400
0001 0E00	0015 0C
0003 E5	0016 CA1D00
0004 71	0019 E1
0005 7E	001A C30300
0006 B9	001D AF
0007 C22100	001E E1
000A 23	001F C1
000B 7B	0020 C9
000C BD	0021 37
000D C20400	0022 C1
0010 7A	0023 C1
0011 BC	0024 C9

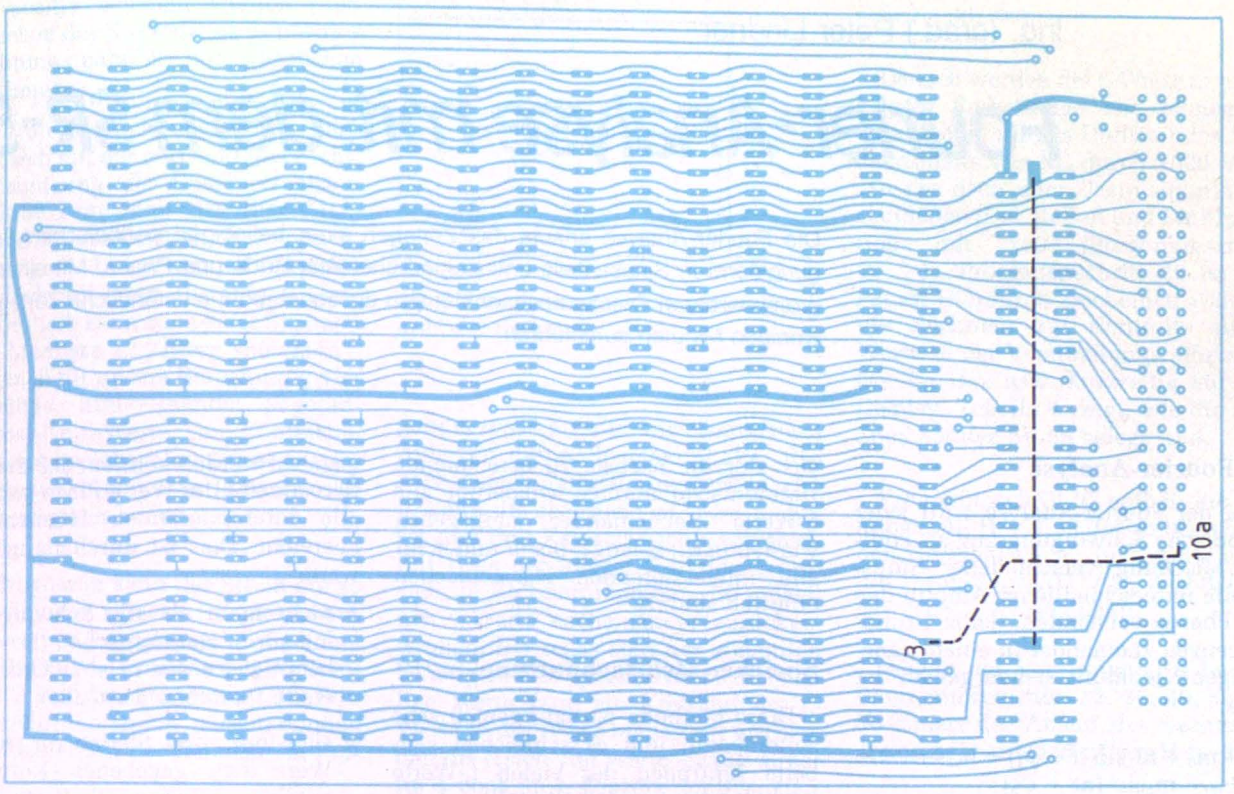


Bild 4. Auf der Lötseite der Platinen sind zwei Drahtbrücken erforderlich

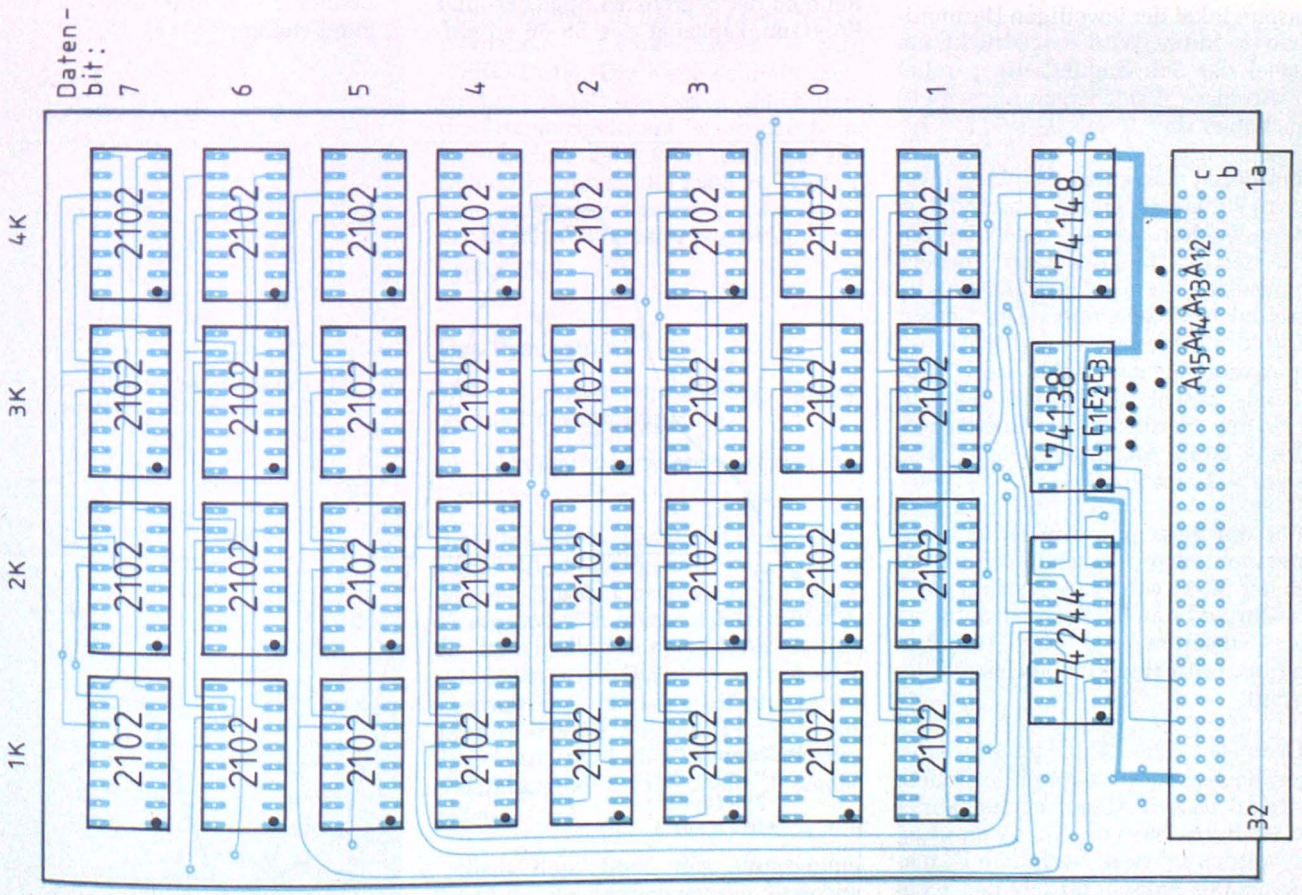


Bild 5. Bestückungsplan der 4-KByte-Karte

Ing. (grad.) Peter Lindner

Fourier-Analyse mit dem SR-56

Die Fourier-Analyse erlaubt das Zerlegen einer beliebigen periodischen Schwingungsform in Sinusanteile unterschiedlicher Amplitude und Phase. Mit einem programmierbaren Taschenrechner läßt sich die sonst recht umständliche Zerlegung in wenigen Minuten durchführen.

Die Fourier-Analyse

Bei der Fourier-Analyse wird jeder periodische Schwingungszug als additive Mischung verschiedener Sinus-Anteile unterschiedlicher Amplituden und Phasen verstanden, deren Grundfrequenzen zueinander in einem ganzzähligen Verhältnis stehen gemäß der Form:

$$f(t) = m_o + m_1 \sin(t + \varphi_1) + m_2 \sin(2t + \varphi_2) + \ldots + m_n \sin(nt + \varphi_n)$$

Dabei sind m die Amplituden und φ die Phasenwinkel der jeweiligen Harmonischen [1]. Mit m_o wird ausgedrückt, um wieviel der Schwingungszug parallel zur Abszisse (Gleichspannungsanteil) verschoben ist.

Entnimmt man einem Schwingungszug n Punkte in einem Abstand $t = 360°/n$, so kann man aus deren Ordinatenwerten $f_{i1} \ldots f_{in}$ mit einer Fourier-Analyse die Werte für m und φ für alle Harmonischen gewinnen. Die Genauigkeit des Ablesens und die Anzahl der entnommenen Punkte sind maßgebend, wobei n Punkte bis zur (n/2–1)ten Harmonischen ausreichen; bei n = 20 im folgenden Beispiel also bis zur 9. Harmonischen.

Für die Berechnung bietet sich ein programmierbarer Taschenrechner an, z. B. der SR-56 von Texas Instruments – ein sehr verbreiteter Rechner der vorigen Generation, der über 100 Programmschritte und 10 Speicherregister verfügt.

Grundsätzlich läßt sich für alle derartigen Rechner ein Programm erstellen, während dessen Ablauf nacheinander die n Ordinatenwerte $f_{i1} \ldots f_{in}$ eingegeben werden müssen. Nach dem Durchrechnen des Programms gibt der Rechner Amplitude m_H und Phase φ_H der jeweils eingesetzten Harmonischen H aus. Für die nächste zu berechnende Harmonische müßten wiederum alle f_i-Werte nacheinander eingegeben werden usw., solange, bis m und φ für alle interessierenden Harmonischen ermittelt sind [2].

Speicher-Mehrfachnutzung

Diese Methode ist naturgemäß sehr zeitraubend, und es schleichen sich beim Eintippen der vielen f_i-Werte leicht Fehler ein. Deshalb stellt sich die Frage, ob sämtliche Werte für f_i im Rahmen der begrenzten Speicher- und Programmkapazität des SR-56 so eingegeben werden können, daß dies zum Berechnen aller Werte für m und φ für alle interessierenden Harmonischen ausreicht. Dies ist durchaus möglich, wenn

1. nicht mehr als alle Schwingungen bis zur 9. Harmonischen (H = 1...9) benötigt werden (n = 20 Ordinatenwerte f_i reichen dann aus);
2. sich max. drei Stellen für jeden f_i-Wert dem gegebenen Kurvenzug entnehmen lassen, alle Werte also in der Form „ZE,z" oder „E,zh" (Z = Zehner, z = Zehntel usw.) zur Verfügung stehen;

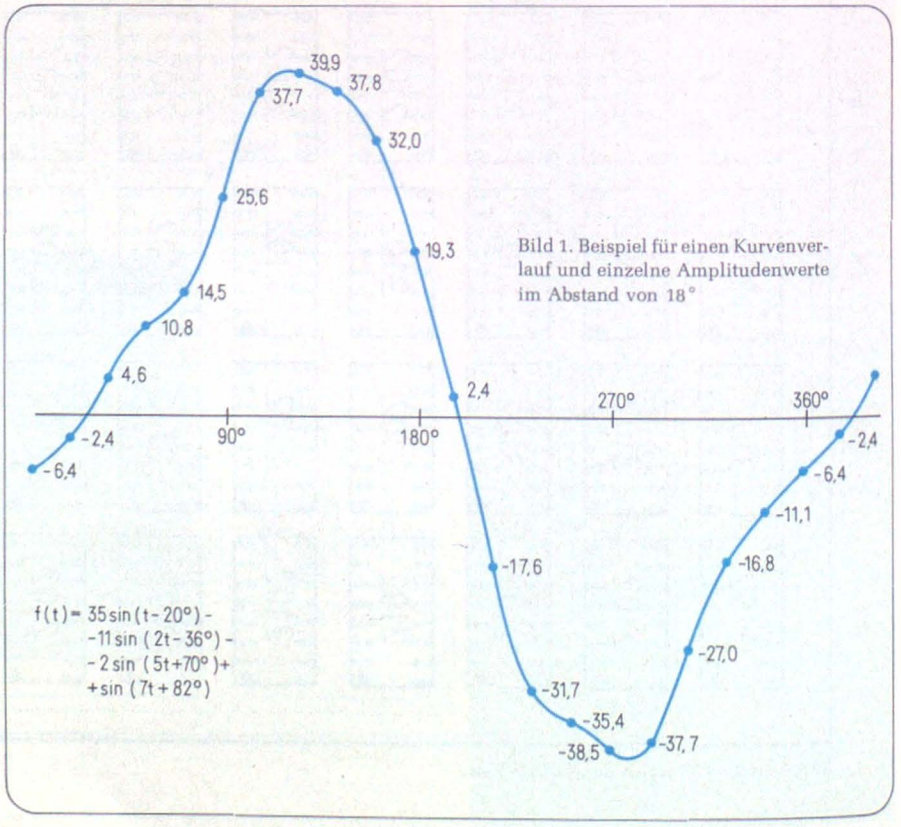


Bild 1. Beispiel für einen Kurvenverlauf und einzelne Amplitudenwerte im Abstand von 18°

3. alle f_i-Werte durch Vergrößern von m_o positiv gemacht werden (Verschieben des Kurvenzugs in positive Richtung parallel zur gegebenen Nullinie).

Daß f_i hierbei nicht negativ sein darf, erklärt sich mit der notwendigen Mehrfachausnutzung der Speicherregister: Der SR-56 kann eine 10stellige Mantisse und einen zweistelligen Exponenten anzeigen – intern rechnet der Rechner jedoch mit einer 12stelligen Mantisse. Deshalb kann auch jeder Speicher in der Mantisse 12 Ziffern speichern – sinngemäß für unsere Berechnung vier dreistellige, hintereinander angeordnete positive f_i-Werte. Um 20 dreistellige Werte speichern zu können, würden demnach fünf der verfügbaren zehn Speicherregister benötigt.

Im Programm kann der SR-56 die zu verarbeitenden f_i-Werte immer nur aus einem vorher festzulegenden Speicher (im Beispiel M_6) entnehmen, weil andernfalls mit den gegebenen 100 Programmschritten nicht auszukommen wäre. Also erhält der Rechner im Programm zusätzlich die Anweisung, nach Ableeren dieses Speicherinhalts, also nach dem Verarbeiten der ersten vier f_i-Werte, die nächsten vier Werte in dieses nun freie Register nachzuschieben. Mit Hilfe der Integer-Funktion lassen sich im Rechnerprogramm die einzelnen f_i-Werte nacheinander zurückgewinnen. Bei sechs statt der eigentlich benötigten fünf Speicher für 20 dreistellige Werte kann ein Kreislauf der f_i-Werte in der Weise hergestellt werden, daß die ersten vier Werte jeweils außer im 6. noch im 1. Register der Speicherkette enthalten sind, wobei während der Verarbeitung jeweils ein voller Speicherinhalt in den nächsten freigewordenen nachgeschoben wird (*EXC-Taste). Die Kette schließt sich, weil der Inhalt des ersten gleich dem des letzten Speichers ist, so daß beim Verschieben kein Wert verlorengeht. Demnach müssen die max. 20 Werte f_i nur einmal eingegeben werden, weil der Rechner sie immer wieder automatisch abruft.

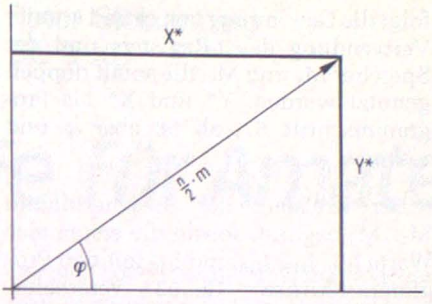


Bild 2. Zusammenhang zwischen rechtwinkligen und Polarkoordinaten

Das Programm

Bild 1 zeigt einen Schwingungszug, ermittelt aus der Funktion

$f(t) = 35 \sin (t–20°) – 11 \sin (2t–36°)$
$2 \sin (5t + 70°) + \sin (7t + 82°).$

Hieraus können die 20 Ordinatenwerte gemäß Bild 1 und *Tabelle 1* entnommen werden. Durch Verschieben um m_o = 45 ergeben sich lauter positive Werte, die dann in die Speicher M_1 bis M_6 aufzunehmen sind. Das geht am schnellsten mit dem kleinen Hilfsprogramm gemäß *Tabelle 2*. Sind alle Werte in den Speichern, wird das eigentliche Rechenprogramm nach *Tabelle 3* eingegeben.

Nach dem Start des Programms löscht der Rechner zuerst die Speicher M_8 und M_9 sowie das t-Register und hält die Anzahl der Kurvenpunkte n = 20 im Register M_o (= i_1) fest (Programmschritte 00...09).

Danach werden die f_i-Werte in umgekehrter Reihenfolge wie eingegeben entnommen mittels Division des Speicherinhalts von M_6 durch 1000, Ablösen der nach dem Dezimalpunkt entstandenen drei Stellen und Multiplikation mit 100 (Programmschritte 10...29). Programmschritt 29 ist eine Pause: Hierdurch erscheinen während des Rechnens zur Kontrolle alle f_i-Werte in der Verarbeitungsreihenfolge f_{i20}, f_{i19}, f_{i18} usw. kurzzeitig auf dem Display. *Tabelle 4* zeigt, wie die zehn Speicher des SR-56 belegt sind.

Programmschritt 92 enthält die Ordnungszahl H = 1...9 der zu berechnenden Harmonischen, die jeweils durch die Tastenfolge GTO / 9 / 2 / LRN ausgewechselt werden kann.

Wegen der Verzweigungen bei den Programmschritten 12, 30, 40, 50 und 80 dauert der Ablauf des Rechenprogramms für einen Wert von H ca. 90 Se-

Tabelle 1.
Amplitudenwerte zu Bild 1

i	f_i	f_i +45	aufzunehmen in Speicher
1	–6,4	38,6	
2	–2,4	42,6	M_2
3	4,6	49,6	
4	10,8	55,8	
5	14,5	59,5	
6	25,6	70,6	M_3
7	37,7	82,7	
8	39,9	84,9	
9	37,8	82,8	
10	32,0	77,0	M_4
11	19,3	64,3	
12	2,4	47,4	
13	–17,6	27,4	
14	–31,7	13,3	M_5
15	–35,4	9,6	
16	–38,5	6,5	
17	–37,7	7,3	
18	–27,0	18,0	M_6 und M_1
19	–16,8	28,2	
20	–11,1	33,9	
1	–6,4	38,6	
2	–2,4	42,6	

Tabelle 2. Hilfsprogramm zum Abspeichern der Wertetabelle

Programm-Schritt	Code	Taste	Bemerkung
00	64	x	Eingabe 1.
01	01	1	f_i-Wert
02	44	EE	
03	07	7	
04	84	+	
05	41	R/S	Eingabe 2.
06	64	x	f_i-Wert
07	04	4	
08	19	$*10^x$	
09	84	+	
10	41	R/S	Eingabe 3.
11	64	x	f_i-Wert
12	01	1	
13	00	0	
14	94	=	
15	64	x	
16	03	3	
17	19	$*10^x$	
18	84	+	
19	41	R/S	Eingabe 4.
20	64	x	f_i-Wert
21	01	1	
22	00	0	
23	94	=	
24	41	R/S	Ausgabe zur
25	42	RST	Übernahme in Speicher

kunden. Danach erscheint im Display die Amplitude m_H und nach Drücken der Taste x≷t der Phasenwinkel φ_H der im Programmschritt 92 enthaltenen Harmonischen H.

Mit dem durch die Schritte 30...32 und 40...42 aufgerufenen Unterprogramm 83...94 beginnt die eigentliche Fourier-Analyse durch Bilden des Produkts $(i-1) \cdot t \cdot H$, wobei $t = 360°/n = 18°$ ist. Von diesem Produkt wird im Programm der Sinus und der Cosinus errechnet und mit dem jeweiligen f_i-Wert multipliziert. Da diese Produkte in die Speicher M_8 und M_9 addiert werden, enthält ab Programmschritt 50:

M_9 den Wert

$$X^* = \sum_{i=1}^{20} f_i \cdot \sin[(i-1) \cdot t \cdot H]$$

und M_8 den Wert

$$Y^* = \sum_{i=1}^{20} f_i \cdot \cos[(i-1) \cdot t \cdot H]$$

Bild 2 zeigt den Zusammenhang zwischen X*, Y*, m und φ.

Bei der Umwandlung von rechtwinkligen in Polarkoordinaten im SR-56 erfolgt die Gewinnung von m und φ unter Verwendung des t-Registers und der Speicher M_8 und M_9, die somit doppelt genutzt werden: Y* und X* bis Programmschritt 57, ab 58 aber φ und $n/2 \cdot m$.

Der Kreislauf der Speicherinhalte $M_1...M_6$ beginnt, sobald die ersten vier Werte f_{i20}, f_{i19}, f_{i18} und f_{i17} mit den Programmschritten 10...52 verarbeitet sind. Der Inhalt von M_6 ist dann Null, und der Verzweigungsbefehl der Schritte 12...14 löst das Verschieben der Speicherinhalte während der Programmschritte 66...82 aus. Danach ist M_6 wieder mit den nächstfolgenden vier Werten $f_{i16}...f_{i13}$ gefüllt, und der Ablauf kann von neuem beginnen. Wenn alle 20 f_i-Werte verarbeitet, d. h. jeweils mit dem Sinus und dem Cosinus von $(i-1) \cdot t \cdot H$ multipliziert und in die Speicher M_8 und M_9 aufaddiert sind, ist auch die im Speicherregister M_o zu Beginn des Programms festgehaltene Zahl $n = 20 = i$ durch den Befehl *dsz (50...52) zu Null geworden. Der *dsz-Befehl zieht bei jedem Durchlauf automatisch 1 vom Inhalt des Speichers M_o ab. Solange $M_o > 0$ ist, springt das Programm von Schritt 52 auf Schritt 10; ist $M_o = 0$, geht es mit Schritt 53 weiter, bis im Display der Wert für m_H erscheint und nach Drücken der Taste x≷t der Wert für φ_H.

Tabelle 5 zeigt die errechneten Werte für m und φ für die Harmonischen $H_1...H_9$. Der Rechner zeigt m immer positiv an; aber m ist dann negativ, wenn der angezeigte Phasenwinkel $\varphi > 90°$ ist. Wird φ negativ oder $90° < \varphi < 180°$ angezeigt, ist auch φ negativ. Wird $\varphi < 90°$ oder $\varphi > 180°$ angezeigt, ist φ positiv.

Wie ein Vergleich mit der Ausgangsfunktion zeigt, sind die Abweichungen von φ gering, aber unvermeidbar wegen der gerundeten Werte der Kurvenpunkte. Die für die nicht enthaltenen Harmonischen 3, 6, 8 und 9 ausgewiesenen Werte für φ sind ohne Bedeutung, da m ohnehin Null ist. Sinngemäß kann das Programm für 30 zweistellige f_i-Werte statt der berechneten 20 dreistelligen Werte modifiziert werden.

Literatur

[1] *Tönnies, Chr.:* Praktische und angewandte Mathematik, Verlag W. Girardet, Essen

[2] *Wilcox, Alan D.:* „Program analyzes spectrum of oscilloscope wave forms." Electronics, Februar 1977

Tabelle 3. Programm zur Berechnung der Sinuskomponenten (Fourier-Analyse)

Programm-Schritt	Code	Taste	Programm-Schritt	Code	Taste	Programm-Schritt	Code	Taste	Programm-Schritt	Code	Taste
00	00	0	25	19	*10^x	50	27	*dsz	75	03	3
01	33	STO	26	94	=	51	01	1	76	39	*EXC
02	08	8	27	33	STO	52	00	0	77	04	4
03	33	STO	28	07	7	53	34	RCL	78	39	*EXC
04	09	9	29	59	*pause	54	09	9	79	05	5
05	56	*CP	30	57	*subr	55	32	x≷t	80	22	GTO
06	02	2	31	08	8	56	34	RCL	81	01	1
07	00	0	32	03	3	57	08	8	82	00	0
08	33	STO	33	24	cos	58	26	*f(n)	83	34	RCL
09	00	0	34	64	x	59	03	R→P	84	00	0
10	34	RCL	35	34	RCL	60	32	x≷t	85	74	–
11	06	6	36	07	7	61	54	:	86	01	1
12	37	*x=t	37	94	=	62	01	1	87	94	=
13	06	6	38	35	SUM	63	00	0	88	64	x
14	06	6	39	08	8	64	94	=	89	01	1
15	54	:	40	57	*subr	65	41	R/S	90	08	8
16	03	3	41	08	8	66	34	RCL	91	64	x
17	19	*10^x	42	03	3	67	05	5	92	01	1
18	74	–	43	23	sin	68	33	STO	93	94	=
19	29	*Int	44	64	x	69	06	6	94	58	*rtn
20	33	STO	45	34	RCL	70	39	*EXC			
21	06	6	46	07	7	71	01	1			
22	94	=	47	94	=	72	39	*EXC			
23	64	x	48	35	SUM	73	02	2			
24	02	2	49	09	9	74	39	*EXC	Anzeigeformat: *fix/1		

Tabelle 4. Inhalt der Speicherregister

M	Inhalt
0	i = 20, 19, 18 ...
1	$f_{i17}...f_{i20}$
2	$f_{i1}...f_{i4}$
3	$f_{i5}...f_{i8}$
4	$f_{i9}...f_{i12}$
5	$f_{i13}...f_{i16}$
6	$f_{i17}...f_{i20}$
7	f_i-Zwischenspeicher
8 y*	bis Schritt 57 — φ — ab Schritt 58
9 x*	$n/2 \cdot m$

Tabelle 5. Die aus Bild 1 errechneten Ergebnisse

H	m	φ
1	35,0	– 20,0
2	11,0	144,1
3	0,0	(– 4,8)
4	0,0	(180,0)
5	2,0	249,6
6	0,0	(– 32,1)
7	1,0	82,5
8	0,0	(– 0,0)
9	0,0	(38,5)

Peter Stolzenberg
DC 9 XD

UHF-Endstufe für Amateursender

1. Teil

Der sich zunehmend bemerkbar machende Trend zum 70-cm-Band erfordert im Direkt- und Relaisverkehr ausreichende Sendeleistungen, die manche Amateursender nicht abzugeben vermögen. Die Sendeleistung soll in einer vernünftigen Relation zur Empfängerempfindlichkeit stehen. Meist reicht eine höhere Leistung beim Anruf aus, und anschließend wird die Verbindung dann mit normaler Leistung zu Ende geführt. Auch kann bei ungünstig ausgerichteter Antenne ein Anruf von der „schrägen Seite" noch wirksam zum Ziel führen.

Die nachfolgend beschriebenen UHF-Endstufen sind für das 70-cm-Amateurband (430...440 MHz) ausgelegt und erreichen Hf-Ausgangsleistungen von 4...150 W. Darüber hinaus lassen sich zusätzlich durch Abschalten der Speisespannung der Endstufen- bzw. Treibertransistoren auch kleine Leistungen von 50 mW...1 W erreichen.

Die in diesen UHF-Endstufen *(Bild 1)* verwendeten Stripline-Leistungstransistoren sind für den Betrieb an nicht stabilisierter Betriebsspannung entwickelt und fallen auch bei einem Schluß im Ausgang bzw. Leerlauf (fehlende Antennenlast) dank integrierter Widerstandsstabilisierung im Emitter nicht aus. Ebenso sind die bezeichneten Typen durch eine begrenzte Ausgangsleistungskurve weitgehend geschützt (Basisübersteuerungsschutz).

Sämtliche nachfolgend beschriebenen Endstufen arbeiten im Bereich von 12...15 V, also mit einer gebräuchlichen Speisespannung. Eine Hf-Vox ist mit vorgesehen. Alternativ dazu ist die Koaxial-Relaisbetätigung bei SSB-Betrieb mit externer Steuerleitung zu berücksichtigen, wenn eine schnelle Umschaltung benötigt wird oder der Restträger zu hoch ist.

Die Baugruppen sind in Bezug auf Ein- und Ausgangsleistung bei nur zwei Grundplatinen so ausgelegt, daß sie mit fast allen zur Verfügung stehenden Steuerleistungen ausreichend durchgesteuert werden können, entweder mit einem vorhandenen Transceiver oder durch Zusammenschalten der Baugruppen untereinander als Treiber für die nächsthöhere Leistungsschaltung. Einige Beispiele für die Aussteuerung mit 70-cm-Amateurgeräten zeigt *Tabelle 1*.

Die Ausgangspfeile zeigen die unterschiedlichen Leistungsvarianten der Anordnungen. In den Fällen 1 bis 3 ist die Betriebsart FM (B-Betrieb) anzuwenden. Dr 1 und R 1 sind auf die Basis des jeweiligen Hf-Transistors zu schalten.

Im Anwendungsfall 4 ist auf linearen AB-Betrieb zu schalten (hierbei entfallen Dr 1 und R 1, dafür ist der Vorspannungserzeugungszweig über Dr 2 auf die Basis zu schalten).

Anmerkung zur Ausgangsleistung des HG 74: Die Ausgangsleistung des HG 74 ist auf etwa ca. 18 Watt zu reduzieren um die im Parallelbetrieb arbeitende Endstufe nicht durch Übersteuern zu zerstören!

Ferner besteht noch die Möglichkeit des Umschaltens der gewünschten Leistungen durch geeignete Koax-Relais sowie Leistungsreduktion durch Versorgungsspannungsunterbrechung des Endtransistors bzw. Treibers, die dann als Abschwächer funktionieren. Praktisch lassen sich hiermit fast alle erforderlichen Ausgangsleistungen erreichen. Um das Intermodulations- und Rauschverhalten transistorisierter Endstufen auf günstige Werte zu bringen, empfiehlt es sich, die Endstufen nicht voll auszusteuern, sondern den nächstgrößeren Leistungstyp für die entsprechende Schaltung auszuwählen, der dann eine Leistungsreserve hat. Diese Methode hat sich im kommerziellen Sektor seit langem hervorragend bewährt.

Funktion der Endstufen

Die Gesamtschaltung mit einem Transistor zeigt *Bild 2*. Die an den 50-Ω-Ein- und -Ausgängen liegenden Kapazitäten C 1, C 2, C 3 und C 4 sowie die Induktivitäten L 1 und L 2 in Verbindung mit den Kapazitäten C 5, C 6, C 9

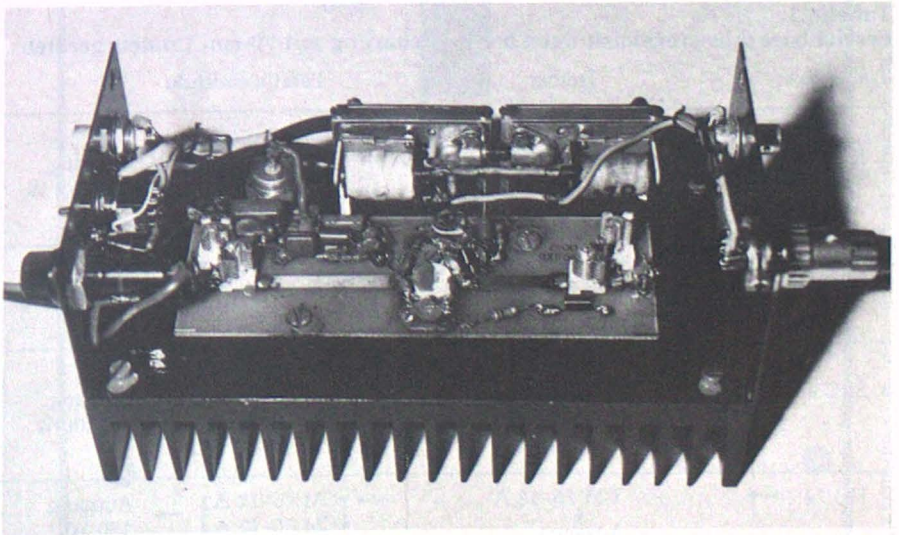


Bild 1. Beispiel für eine Endstufe mit Umschaltmöglichkeit durch Koaxialrelais

und C 10 bewirken die Abwärts- und Aufwärtstransformation in ausreichender Bandbreite stromverteilungs- und verlustgünstig. Der galvanische Zweig Dr 1 und R 1 erzeugt im B-Betrieb gegen Masse liegend die Basisvorspannung. Bei Anlegen der Basis an eine positive Spannung von ca. 0,3 bis 0,9 Volt stellt sich AB-Betrieb ein bei entsprechendem Ruhestromverhalten. Bei Bedarf kann diese Vorspannung auch noch etwas erhöht werden, womit dann A-Betrieb möglich ist. Die Ein- und Ausgänge sind gleichstrompotentialfrei.

Bei den Parallelendstufen nach *Bild 3* sind zur symmetrischen Transformation die Kondensatoren C7 und C8 eingangsseitig sowie C 11 und C 12 ausgangsseitig erforderlich. Basissymmetrie wird in bekannter Art mit R 8 erzielt. Darüber hinaus tragen die Querschnittsänderung von L3 und die FXC-Erweiterung dem zu erwartenden, hohen Betriebsstrom Rechnung. Ebenfalls weicht die Speisespannungsentkopplung geringfügig ab. Wie in der vorhergehenden Schaltung sind Ein- und Ausgang gleichstromfrei. Beide Schaltungen arbeiten grundsätzlich mit Minuspol an Masse.

Natürlich könnte man die Endstufen durch Parallelschaltung mehrerer Transistoren noch erweitern. Das würde aber geometrische Plazierungs- und evtl. Rückkopplungsprobleme ergeben.

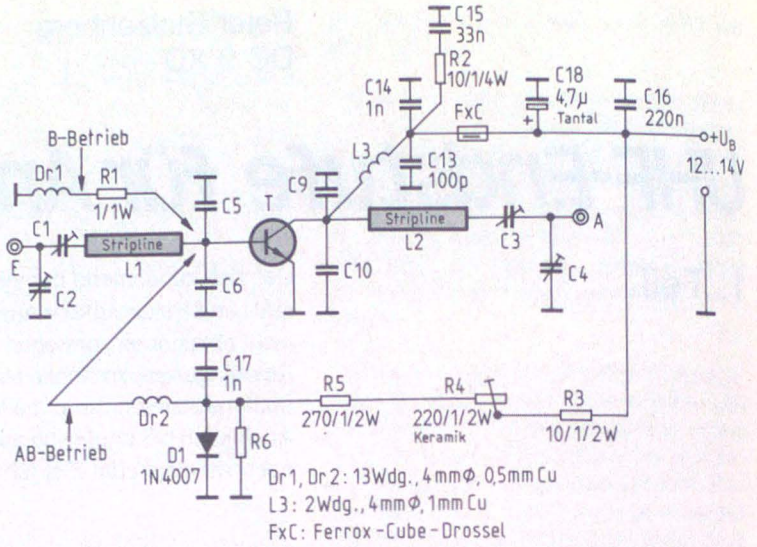


Bild 2. Mit dieser Schaltung lassen sich je nach Bauteilebestückung Ausgangsleistungen zwischen 4 W und 75 W erreichen

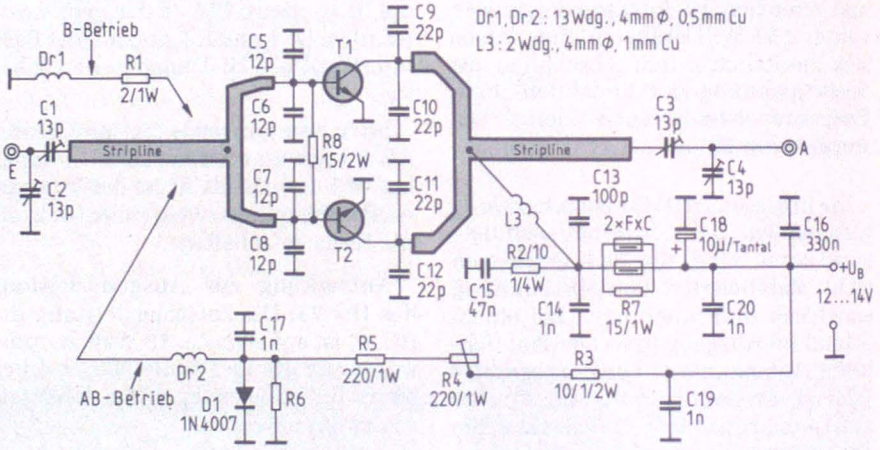


Bild 3. Parallel-Endstufe für Ausgangsleistungen von 90 W bis 150 W

Mechanischer Aufbau

Für den Platinenaufbau *(Bild 4 und 5)* wird Epoxyd-Gewebematerial von 2 bis 3 mm Stärke doppelseitig mit 70 µm Beschichtung verwendet, da es ein günstiges Kapazitätsverhalten aufweist und genügend Stromfluß ermöglicht. Das Dielektrikum des Basismaterials ist in Relation zu Teflon oder Rexolyte fast gleichwertig und auch leichter beschaffbar. Die Anschlußstripes der Transistoren werden hochgebogen und in die ausgearbeiteten Löcher so eingesetzt, daß sie von der Bestückungsseite lötbar sind. Die Befestigungsbohrungen von Platine und Transistorflansch sollen deckungsgleich sein. (Erforderliche Durchkontaktierungen auf beiden Platinen geben die Bestückungspläne in *Bild 6* und *7* an.) Dadurch erhält die Platine neben den anderen Befestigungsbohrungen mit rückseitig angelöteten Unterlagen (M 4-Messingmuttern auf 4 mm ∅ aufgebohrt) Abstand und zusätzlichen Halt in der Gesamtbefestigung. Weiterhin ergibt sich daraus gleichzeitig auch eine bessere Verbindung zwischen Platinenmasse und Chassis bzw. Gehäuse.

Alle Platinen sind nach den Bestükkungsplänen mit Hohlnieten zwecks besserer Masseführung durchzukontaktieren. Alle Platinenbefestigungsschrauben sind M 4 und die Transistorbefestigungsschrauben M 3, deren Länge von der jeweiligen Kühlkörperstärke abhängig ist. Es ist zweckmäßig,

Tabelle 1.
Erreichbare Ausgangsleistungen bei Ansteuerung mit 70-cm-Amateurgeräten

Transceiver	Treiber	Parallelendstufe
1. KF 430 → Trio 3200	CM 10–12 A → Ausgang; CM 30–12 A → Ausgang	[CM 45–12 A (CM 50–12 A) CM 45–12 A (CM 50–12 A)] → Ausgang 90 (100) W
2. SRC 430 →	CM 45–12 A (CM 50–12 A) → Ausgang	[CM 75–12 A CM 75–12 A] → Ausgang 150 W
3. SRC 4300 →	CM 30–12 A → Ausgang	[CM 45–12 A (CM 50–12 A) CM 45–12 A (CM 50–13 A)] → Ausgang 90 (100) W
4. HG 74 →	CM 75–12 A → Ausgang	[CM 75–12 A CM 75–12 A] → Ausgang 150 W

in die verwendeten Kühlkörper die entsprechenden Gewinde zu schneiden. Die Verwendung von Wärmeableitpaste wird zusätzlich empfohlen, um die Wärmeabfuhr zu verbessern. Zur Abschirmung ist der Einbau in ein geschlossenes Metallgehäuse erforderlich, das zum besseren Abgleichen eine ausreichende Größe aufweisen sollte. Mit dieser Maßnahme werden Abgleichlöcher im Gehäuse vermieden. Die Koaxial-Relais sind mit im Innern des Gehäuses unterzubringen. Die Sicherung sollte von außen her auswechselbar sein.

Wichtig ist eine gute Masseverbindung zwischen Gehäuse und Platine. Massebänder oder Verschraubungen sorgen für guten Stromfluß und Hf-Wirkungsgrad. Massebänder können aus dem Abschirmgeflecht von Koaxialkabelresten hergestellt werden. Die erforderlichen Querschnitte der Zuleitungen müssen dem jeweiligen Strom entsprechen.

Abgleich bei B-Betrieb

Vor Anlegen der Betriebsspannung aus einem leistungsfähigen Netzteil sollte nochmals die Bestückung überprüft werden. Eine Polaritäts- bzw. Kurzschlußüberprüfung ist in jedem Fall zweckmäßig. Alle Trimmer sind in Mittenstellung zu bringen und entweder ein Belastungswattmeter oder Durchgangswattmeter in Verbindung

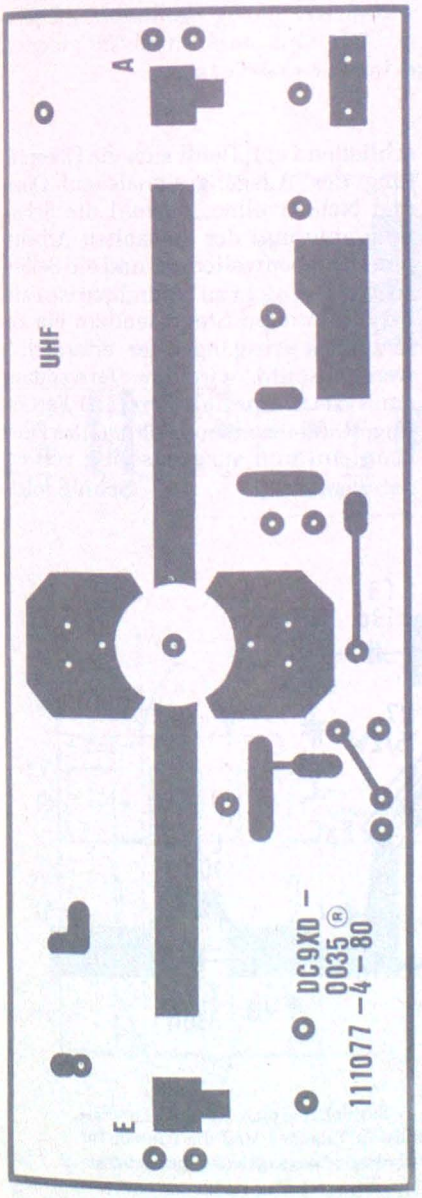


Bild 4. Platinen-Layout für eine Endstufe nach Bild 2 (4 W bis 75 W)

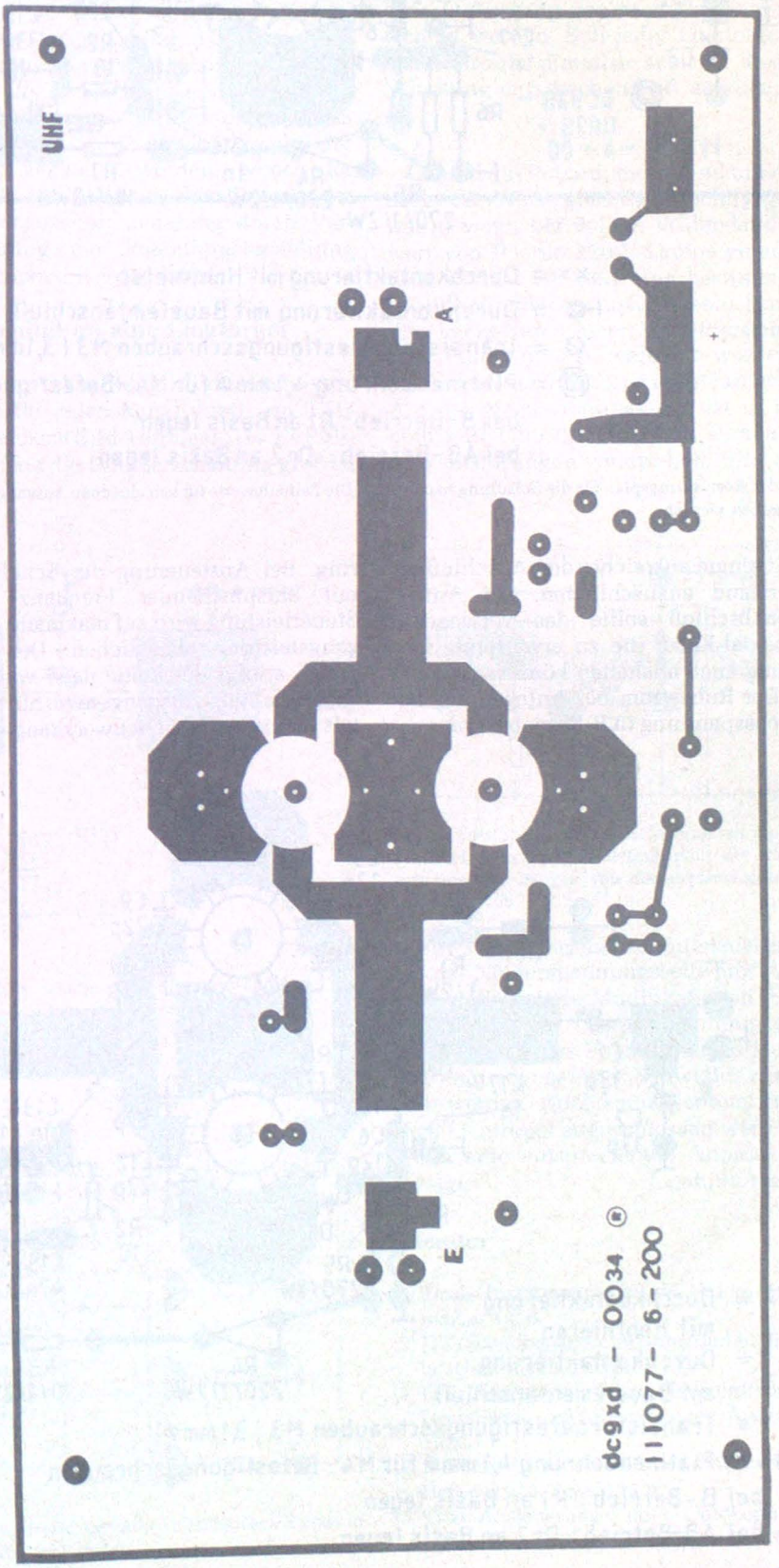
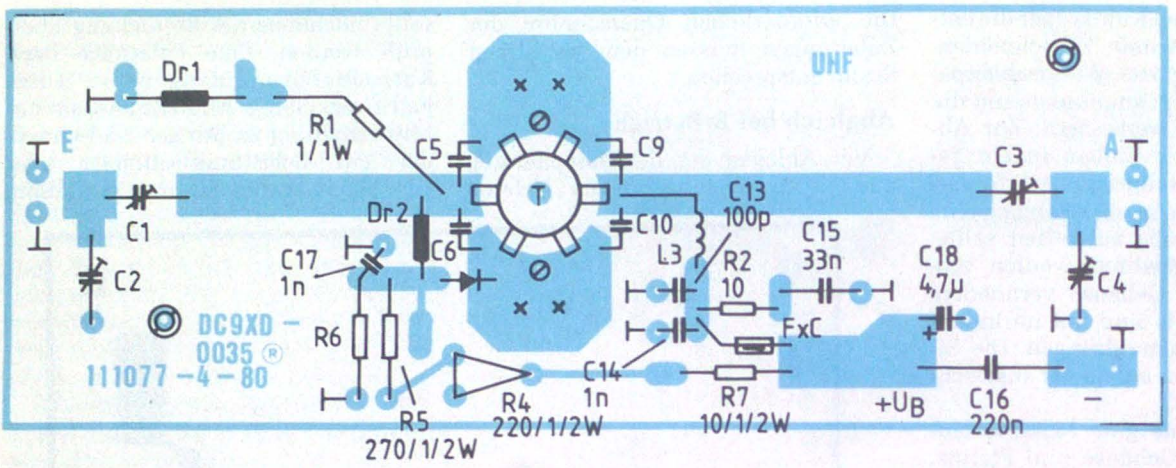


Bild 5. Platinen-Layout für eine Parallel-Endstufe nach Bild 3 (90 W bis 150 W)



×× = Durchkontaktierung mit Hohlnieten

⊢o = Durchkontaktierung mit Bauelemtanschluß

⊘ = Transistorbefestigungsschrauben M3 (3,1mmΦ)

◎ = Platinenbohrung 4,1mmΦ für M4 – Befestigungsschrauben

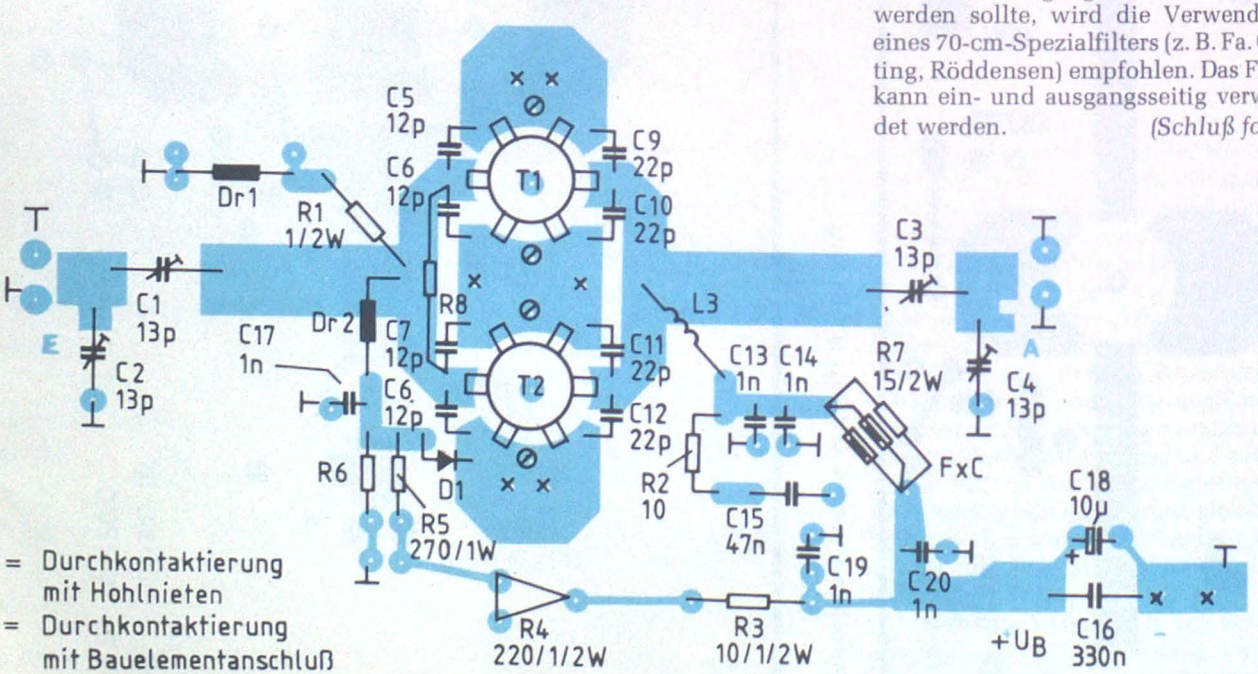
bei B-Betrieb : R1 an Basis legen

bei AB-Betrieb : Dr 2 an Basis legen

Bild 6. Bestückungsplan für die Schaltung nach Bild 2. Die Bauteilewerte für verschiedene Ausgangsleistungen können der Tabelle 2 entnommen werden

mit einem ausreichenden Abschlußwiderstand anzuschließen. Bei Antennenabschluß sollte das verwendete Koaxial-Kabel die zu erwartende Leistung auch aushalten können.

Der Ruhestrom bei Anlegen der Betriebsspannung in B-Betrieb ist sehr gering. Bei Ansteuerung der Schaltung mit entsprechender Frequenz und Steuerleistung wird auf maximale Ausgangsleistung abgeglichen. Der Abgleich erfolgt der Reihe nach von der Eingangs- zur Ausgangsseite hin mittels Kunststoffabgleichwerkzeug. Abschließend empfiehlt sich die Überprüfung des Ausgangssignals auf Ober- und Nebenwellen, obwohl die Schaltung aufgrund der gewählten Arbeitspunkte nebenwellenfrei und ein Selbstschwingen nicht zu befürchten ist. Falls bei bestimmten Steuersendern ein zusätzliches Ausgangsfilter erforderlich werden sollte, wird die Verwendung eines 70-cm-Spezialfilters (z. B. Fa. Götting, Röddensen) empfohlen. Das Filter kann ein- und ausgangsseitig verwendet werden. *(Schluß folgt)*



×× = Durchkontaktierung mit Hohlnieten

⊢o = Durchkontaktierung mit Bauelementanschluß

⊘ = Transistorbefestigungsschrauben M3 (3,1mmΦ)

◎ = Platinenbohrung 4,1mmΦ für M4 – Befestigungsschrauben

bei B-Betrieb : R1 an Basis legen

bei AB-Betrieb : Dr2 an Basis legen

Bild 7. Bestückungsplan für eine Parallel-Endstufe. In Tabelle 2 sind die Bauteile für verschiedene Ausgangsleistungen angegeben

Digitale Dimmerschaltung mit Optokoppler

Digitale Lichtorgeln haben den Nachteil, daß die Helligkeit der Lampen nicht eingestellt werden kann. Auch ein Dimmen ist meist nicht möglich. Die Schaltung in *Bild 1* ermöglicht beides. Sie kann z. B. in der Schaltung aus Heft 4/79 „Lichtorgel – einmal anders" ergänzt werden.

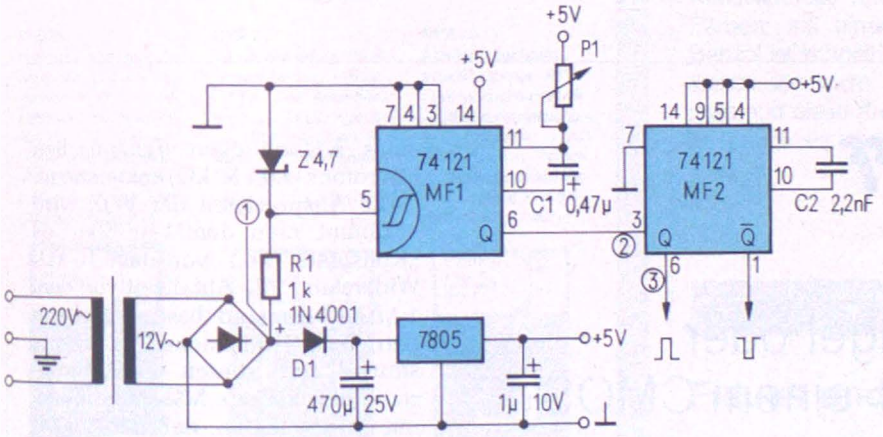
Schaltungsbeschreibung

Am Netzgleichrichter wird eine pulsierende Gleichspannung von 100 Hz abgegriffen. Diese wird zum Schutz des TTL-Eingangs mit Hilfe des Vorwiderstandes und der Zenerdiode auf 4,7 V begrenzt. Die Diode D 2 entkoppelt den Siebelko. Die pulsierende Gleichspannung wird an den Schmitt-Trigger-Eingang des Monoflops gelegt. An dessen Ausgang erscheint dann eine 100-Hz-Rechteckspannung, deren negative Flanke mit P 1 um ca. 10 ms verschoben werden kann *(Bild 3)*. Diese negative Flanke wiederum startet Monoflop 2, dessen Ausgangs-Impulse eine feste Breite von einigen µs haben und jeweils mit der verschiebbaren negativen Flanke beginnen. Mit diesen Impulsen kann nun über einen Optokoppler der Triac gezündet werden, wobei der Zündzeitpunkt nach dem Prinzip der Phasenanschnittsteuerung durch Veränderung der Potentiometerstellung verschoben werden kann.

Anschluß an eine Lichtorgel

Eine Ankopplung an die Lichtorgel kann für jeden Kanal durch ein TTL-Gatter nach Bild 3 erfolgen. Da die Pulsfrequenz der Dimmerschaltung groß ist gegenüber den Lichtorgelimpulsen, wird deren Funktion nicht beeinträchtigt. Je nach Anwenderfall kann der $\overline{Q}$- bzw. Q-Ausgang von Monoflop 2 verwendet werden. Soll jeder Lichtorgelkanal einzeln dimmbar sein, ist diese Schaltung entsprechend oft aufzubauen.

C1 und das Potentiometer sind unkritisch, die Werte sind dann richtig gewählt, wenn bei vollem Widerstandswert von P1 die 220-V-Lampe gerade ganz dunkel ist. Soll eine bestimmte Grundhelligkeit einzustellen sein, kann dies leicht durch einen Vorwiderstand zum Potentiometer realisiert werden. Auch der Wert von C2 ist nicht kritisch. Auf der Netzspannungsseite ist in jedem Fall eine der üblichen Dimmerfunkentstörungen vorzusehen *(Bild 4)*.



▲ Bild 1. Schaltung zur Phasenanschnittsteuerung digitaler Lichtorgeln

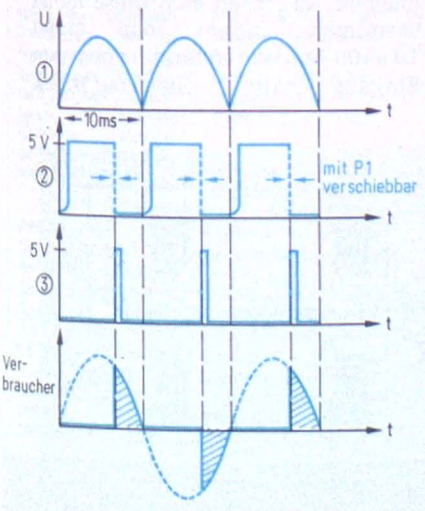


Bild 2. Impulsdiagramm. Die Kurven zeigen die Spannungsverläufe aus Bild 1 und 4

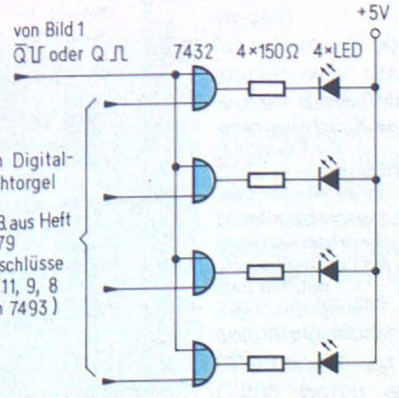


Bild 3. Möglichkeit zum nachträglichen Einbau in digitale Lichtorgeln

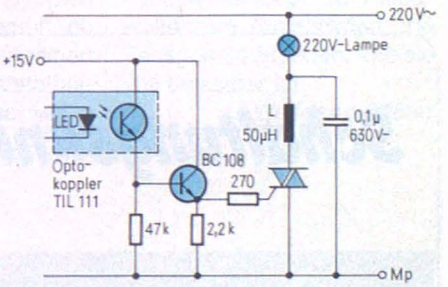


Bild 4. Entstörung der Triacschaltung mit einem LC-Glied. Triactyp und Belastbarkeit der Ringkerndrossel L hängen von der angeschlossenen Lampenlast ab

Durch die Phasenanschnittsteuerung auf der Niederspannungsseite eröffnen sich viele weitere Modifikationen. Bei Anschluß eines Treppenspannungsgenerators statt des Potentiometers kann z. B. ein sogenannter Schweller realisiert werden. Auch kann hier eine analoge Lichtorgel angeschlossen werden, wenn eine entsprechende Anpassung erfolgt.

Joachim Arenz

Literatur

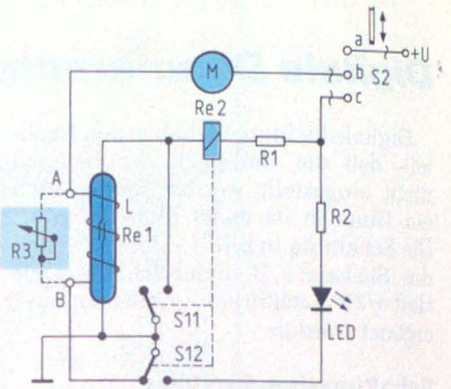
[1] Texas Instruments, Pocket Guide, September 1976.
[2] ITT, Schaltbeispiele mit integrierten Digitalschaltungen, Ausgabe 1975.
[3] ITT, Thyristoren, Triacs, Triggerdioden, Grundlagen und Anwendungen, Ausgabe 1976.
[4] Lichtorgeln einmal anders, Funkschau Heft 4, 1979, Seite 215 ff.
[5] Triac-Ansteuerung mit Optokoppler, Funkschau Heft 18, 1978, Seite 894 ff.

Endabschaltung für Recorder

Ein großes Manko einfacher Recorder sind der enorme Stromverbrauch und der Verschleiß, der bei Nichtausschalten am Bandende entsteht. Die folgende Schaltung bewirkt eine automatische Abschaltung des Antriebsmotors beim Umspulen und zeigt dies mit einer LED an (*Bild*).

In die Masseleitung des Motors wird die Spule L eingefügt, die um das Relais Re 1 gewickelt ist. Ab einem bestimmten Stromfluß I_{max} wird Re 1 durchgeschaltet, das Relais Re 2 (über S 11 in Selbsthalteschaltung) ausgelöst und der Motor von Masse getrennt. Die Verwendung eines doppelten Umschalters bei Re 2 hat den Vorteil, daß die LED nur im Schaltzustand leuchtet (ein einfacher Umschalter ermöglicht leichtes Glimmen durch unsaubere Kontaktgabe von Re 1).

Der Schalter S 2 (Kontakte a und b) ist der bereits vorhandene Federkontakt im Recorder, der bei den Funktionen Play, Rewind und Fast Forward betätigt wird. Um mit dem kurzen Einschaltstromstoß nicht Re 1 auszulösen, bringt man einen weiteren Kontakt S 2 c an, so daß nacheinander S 2 a mit S 2 b, dann beide mit S 2 c verbunden werden – man kann so eine aufwendige Verzögerungsschaltung umgehen. Gleichzeitig dient S 2 als Resetschalter: durch das ohnehin notwendige Betätigen der Stoptaste wird ebenfalls Re 2 in den Ruhezustand gebracht.



Bei zu großer Stromaufnahme wird der Motor abgeschaltet

R 1 und R 2 sind entsprechend der Versorgungsspannung zu wählen. Will man I_{max} genau abgleichen, so ist der Trimmer R 3 einzufügen. In der *Tabelle* sind die Daten des Mustergerätes aufgeführt. *Anton Obermaier*

Tabelle: Bauelementewerte

U	I_{max}	R_1	R_2	R_3	L
12 V =	170 mA	82 Ω	190 Ω	10 Ω	Cul 0,15 mm 120 Wi

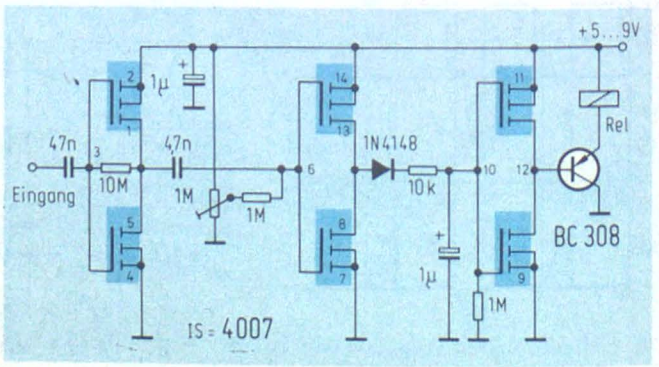
Schaltungskniff

Zweite Telefonklingel oder VOX-Baustein mit einem CMOS-IC

Unter VOX versteht der Funkamateur eine Schaltung, die das automatische Einschalten des Senders durch die Sprache besorgt und damit sozusagen die Sprechtaste ersetzt. Eine solche Schaltung eignet sich aber z. B. auch dafür, ohne Eingriffe in den Telefonapparat eine zweite Klingel in einem Nebenraum zu steuern; in diesem Falle wird das Mikrofon des VOX-Bausteins einfach neben das Telefon gestellt.

Das *Bild* zeigt die recht einfache Schaltung, die mit nur einem CMOS-IC auskommt. Der Baustein 4007 dient dabei als Analogverstärker mit sehr geringer Ruhestromaufnahme; ein zusätzlicher Treibertransistor kann ein kleines Relais ansteuern. Bei der Wahl der Betriebsspannung ist zu beachten, daß die Verstärkung von CMOS-Gattern bei etwa 5 V am größten ist und mit steigender Versorgungsspannung deutlich abnimmt. Normalerweise ist die Empfindlichkeit für den Anschluß eines Kristallmikrofons oder eines hochohmigen dynamischen Mikrofons (z. B. 50 kΩ) ausreichend.

Die Ansprechzeit der VOX wird – nimmt man den 1-µF-Elko als „Konstante" an – von dem 10-kΩ-Widerstand, die Abfallzeit von dem 1-MΩ-Widerstand bestimmt. Beim Betrieb als Sendersteuerung kann es sinnvoll sein, diesen 1-MΩ-Widerstand auf mehrere MΩ zu erhöhen, um zu vermeiden, daß der Sender nach jedem gesprochenen Wort gleich wieder abschaltet. Sollten sich Hf-Einstreuungen bemerkbar machen, so lassen sich diese meist beseitigen, indem man einen 10...100-kΩ-Widerstand vor den Eingang schaltet. *Siegfried Block*



Einfacher Baustein zur Sprachsteuerung. Die Feldeffekt-Transistoren sind alle in der IS 4007 integriert; auf diese IS beziehen sich auch die Pin-Bezeichnungen. Mit dem Trimmpoti läßt sich die Empfindlichkeit einstellen

Franzis' Franzis-Verlag München

der große Fachverlag für angewandte Elektronik **F'**

Für den Funkamateur

Kurzwellen-Amateurfunk
Ein Lehrbuch für Newcomer – ein Handbuch für den OM. Von Ing. Hans-Joachim **Pietsch.** DJ 6 HP. – 434 Seiten mit 380 Abbildungen und 9 Tabellen. Lwstr.-geb. DM 58.–
ISBN 3-7723-6591-4
Dieses neue Grundlagenwerk deckt alle Bereiche ab, auf denen KW-Amateure tätig sind. Es durchleuchtet ihre technischen Hintergründe. Die Beschreibung der Funktionsstufen eines Gerätes erfolgt exakt, präzise und mit einprägsamen Sätzen.

RPB 30
UHF-Amateurfunk-Antennen. Theorie, Dimensionierung und praktischer Nachbau für das 70-, 23- und 25-cm-Amateurfunkband. Von Ing. Josef Reithofer. Dreifachband. DM 9.80
ISBN 3-7723-0301-3

RPB 32
DX-Vademecum. Wellenausbreitung, Empfänger- und Antennentechnik, Empfangspraxis. Von Siegfried W. Best. – Dreifachband. DM 9.80
ISBN 3-7723-0321-8

RPB 25
Amateur-Funkfernschreibtechnik RTTY. Fernschreibelektronik – Gerätebeschreibung – Betriebstechnik. Von Hans-Joachim Pietsch. 2., verbesserte Auflage. Dreifachband. DM 9.80
ISBN 3-7723-0252-1

RPB 108
Amateurfunk-Superhets. Schaltungsbeispiele von einfachen Empfängern bis zu hochwertigen KW-Allbandgeräten. Von Gerhard Gerzelka. – 4., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Doppelband. DM 7.80
ISBN 3-7723-1084-2

RPB 120
SSB-Transceiver-Technik. Ein Abriß der Konstruktions- und Schaltungsmerkmale für Funkamateure. Von Gerhard E. Gerzelka. – Doppelband. DM 7.80
ISBN 3-7723-1201-2

RPB 174
Amateurfunkgeräte für das 70-cm-Band. Schaltungstechnik und Bauanleitungen mit Transistoren und Dioden. Von J. Reithofer DL 6 MH. – 3., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Dreifachband. DM 9.80
ISBN 3-7723-1743-X

RPB 38
SSB- und ISB-Technik. Eine Einführung in die moderne Einseitenband- und Independent-Side-Band-Technik. Von Horst Pelka. – 2., neu bearbeitete Auflage. Dreifachband. DM 9.80.
ISBN 3-7723-0382-X

RPB 168
Vademekum für den Funkamateur KW und UKW. Anleitung für den Amateurfunkverkehr mit Fremdsprachtafeln und Contest-Regeln sowie Tabellen, Abkürzungen, Codebezeichnungen. Von Werner W. Diefenbach/Walter Geyrhalter. 7., verbesserte Auflage. Doppelband. DM 7.80
ISBN 3-7723-1687-5

RPB 109
Transistor-Amateurfunkgeräte für das 2-m-Band. Vom praktischen Aufbau und der Schaltungstechnik der 2-m-Sender und -Empfänger. Von J. Reithofer DL 6 MH. – 5., völlig neu bearbeitete Auflage. Dreifachband. DM 9.80.
ISBN 3-7723-1095-8

Franzis-Fachbücher bekommen Sie durch jede Buchhandlung

Werkstattpraxis

Einfacher Plastikkleber

In unserer Branche kommt es sehr häufig vor, daß irgendwelche Plastikteile brechen und ein Ersatz entweder unmöglich, zeitraubend oder teuer ist. Und oft versagen alle erprobten 1- oder 2-Komponenten-Kleber auch.

Handelt es sich hierbei um Kunststoffteile, die benzollöslich sind, kann man sich sehr gut helfen, auch wenn kleine, abgesplitterte Teilchen unauffindbar verloren sind.

In alten Ausschlachtgeräten wie Recordern, Kofferradios usw. finden sich immer Kunststoffteile verschiedener Farben; mit einem Tropfen Benzol ist schnell geprüft, ob löslich oder nicht. Zerkleinert man nun diese Kunststoffteile, bringt sie in eine kleine Flasche (sie sollte sehr dicht schließen!) und füllt Benzol auf, hat man nach 1...2 Tagen eine gut streichfähige Paste, mit der man beim Kleben auch fehlende Teile ersetzen oder vorhandene verstärken kann. Allerdings braucht man bei dieser Methode Geduld, denn unter 24 Stunden ist diese Klebestelle nicht belastbar. Bei größeren Stellen warte man sogar lieber noch etwas länger. Dafür ist diese Stelle dann aber auch „wie aus einem Guß".

Auch wenn nach einem glatten Bruch beide Teile exakt zusammengefügt werden können, benötigt die Klebestelle zum Austrocknen und Festigen 24 Stunden, ehe sie voll belastbar ist.

Wolfgang Päßler

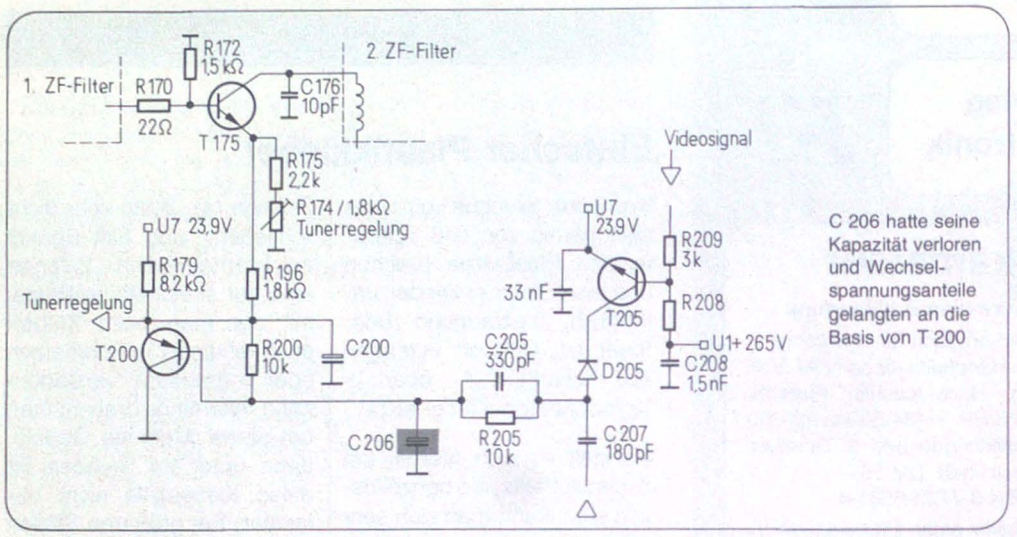
Farbfernseh-Service

Flaues und verzogenes Bild

Ein Farbgerät kam mit der Beanstandung in die Werkstatt: Bild flau und leicht verzogen. Nach dem Abziehen der Antennenstecker konnten kein Bild und kein Rauschen mehr gehört bzw. gesehen werden.
Es schien, als ob der Zf-Verstärker nicht richtig arbeiten würde. Eine Messung am Emitter des ersten Zf-Transistors T 175 (*Bild*) gab Aufschluß darüber, daß dieser nicht oder nur schwach verstärkte. Die Spannung betrug 8 V statt 13,6 V. Es mußte also etwas mit der Regelspannung nicht stimmen. Die Spannungen an C 200 und C 206 waren erheblich zu niedrig, jedoch nur um 0,2 V unterschiedlich.

Wie arbeitet die Regelung? Sie ist eine Aufwärtsregelung, d. h. der Transistor muß gleichstrommäßig aufgeregelt werden, damit seine Kollektor-Emitter-Spannung und somit die Verstärkung zurückgeht. T 205 wird bei größer werdendem Videosignal durchgesteuert; D 205 wird leitend und wirkt als Gleichrichter des Zeilenimpulses, der über C 207 an die Diode gelangt. Es fließt ein Strom, der die Spannung an C 206, die über R 200 auf ca. 15 V gehalten wird, herabsetzt.

T 200 ist ein Impedanzwandler. Sinkt die Spannung an seiner Basis, so wird sie auch im gleichen Verhältnis am



C 206 hatte seine Kapazität verloren und Wechselspannungsanteile gelangten an die Basis von T 200

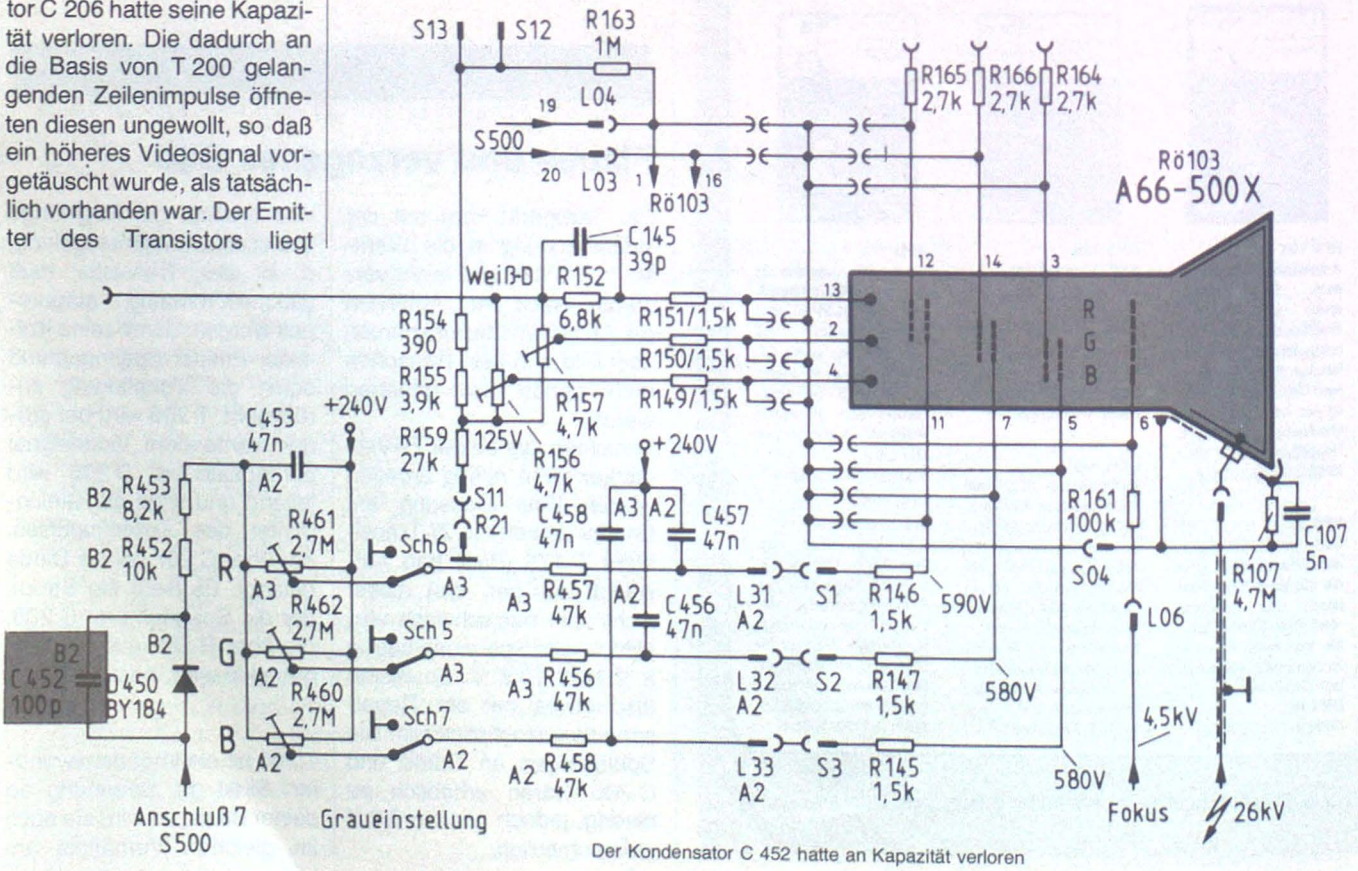
Emitter (abzüglich 0,6 V) geringer. Nur ist dort eine viel niederohmigere Quelle vorhanden. Sie ist nötig, um über R 196 den Emitter von T 175 gegen Masse zu ziehen und somit zu öffnen (Aufwärtsregelung). Seine Verstärkung nimmt daher ab. Das Oszillogramm an C 206 zeigte einen Wechselspannungsanteil von 3 V_{ss}, der zu hoch ist. Damit war die Fehlerursache gefunden: Der Elektrolytkondensator C 206 hatte seine Kapazität verloren. Die dadurch an die Basis von T 200 gelangenden Zeilenimpulse öffneten diesen ungewollt, so daß ein höheres Videosignal vorgetäuscht wurde, als tatsächlich vorhanden war. Der Emitter des Transistors liegt wechselspannungsmäßig auf Masse, und seine Basis wird im Normalfall auch nur gleichstrommäßig gesteuert. In diesem Fall jedoch – da C 206 und R 205 keinen Tiefpaß mehr darstellten – eben mit Zeilenimpulsen. Die Auswechslung des Elektrolytkondensators brachte den gewünschten Erfolg.

Helmut Wirth

Helligkeit nicht regelbar

Bei einem transistorisierten Farbfernsehgerät zeigte sich folgender Fehler: Die Helligkeit konnte nicht mehr geregelt werden. Da es sich um Farbdifferenzansteuerung handelte, überprüfte ich das Videosignal mittels Oszilloskop an den parallel geschalteten Katoden. Das Signal war einwandfrei vorhanden und ließ sich auch regeln. Daraufhin überprüfte ich die Ansteuerung der Bildröhre und stellte fest, daß an den Schirmgittern die Spannung für die Grauwerteinstellung anstatt 580 V nur 240 V betrug. Die Spannung von 580 V setzt sich aus der Betriebsspannung von 240 V und einer gleichgerichteten Zeilenimpulsspannung zusammen. Da der Zeilenimpuls signalmäßig vor der Diode D 450 (*Bild*) einwandfrei und hinter der Diode fast genauso vorhanden war, vermutete ich einen Kurzschluß der Diode. Doch die Diode wies keinen Defekt auf. Nun ersetzte ich den Kondensator C 452, der keinen Schluß hatte, und die Helligkeit ließ sich wieder regeln. Der Kondensator mußte Kapazität verloren haben und hatte somit einen kleineren Blindwiderstand für größere Frequenzen (Zeilenimpuls).

Bruno Peterburs



Der Kondensator C 452 hatte an Kapazität verloren

Werkbuch Elektronik

Das große Arbeitsbuch mit Entwurfsdaten, Tabellen und Grundschaltungen für alle Bereiche der angewandten und praktischen Elektronik. Von Dieter Nührmann. 656 Seiten, 700 Abbildungen, zahlreiche Tabellen. Lwstr.-geb. bis 31.12.1979: 48 DM, dann 58 DM. Franzis-Verlag, München.
ISBN 3-7723-6541

Das so häufig benötigte Grundlagenwissen über Theorie und Praxis der Elektronik mußte man sich bisher aus zahllosen Einzelwerken mühsam zusammensuchen. Der Autor Dieter Nührmann – unseren Lesern sicher längst bekannt – machte sich die Mühe, alles Wesentliche zusammenzutragen und in über 600 Seiten zu pressen. Das Buch enthält erläuternden Text nur dort, wo es notwendig ist; man findet darin praktisch alles, was man bei der Entwicklung von Schaltungen und Geräten jemals braucht – von den Frequenzen der CB-Kanäle bis hin zu kompletten Anwendungsschaltungen, die zum Großteil industrieller Applikationsliteratur entnommen sind und daher funktionieren „müssen".

Wer gerade keinen Taschenrechner zur Hand hat, kann darin auch die Werte der Winkelfunktionen nachschlagen – sie sind ein Teil des rund 12 Seiten umfassenden Mathematik-Repetitoriums. Auch Tabellen über die in der Elektronik und anderswo verwendeten Materialien fehlen nicht – vom Aluminium-Schmelzpunkt bis zur möglichen Windungszahl je cm Wickellänge eines baumwollumsponnenen Drahtes. Man muß das Buch gesehen haben, um die Akribie des Autors beim Zusammentragen unzähliger Einzelinformationen beurteilen zu können.

Was das „Werkbuch" von manch anderen Grundlagenbüchern abhebt, ist die Tatsache, daß der Autor auf langatmige Ableitungen und Begründungen von Tabellenwerten und Formeln verzichtet; dies war eine wesentliche Voraussetzung für die Übersichtlichkeit, die der Benutzer eines solchen Werkes erwartet. Zwar ist es dadurch weniger als Lehrbuch für Studenten und Schüler geeignet, bildet aber eine ideale Arbeitsgrundlage für die Entwicklung elektronischer Geräte – eine Art „Elektronik-Bibel" also. Fe.

Thyristoren in Theorie und Praxis

Von Hans Gath. 1. Auflage, 80 Seiten, 51 Abbildungen, kart. 8 DM. Aus der Topp-Buchreihe, Nr. 139. Frech-Verlag, Stuttgart.
ISBN 3-7724-0335-2.

Thyristoren lassen sich vielfältig einsetzen; sie gestatten die Steuerung von Leistungsverbrauchern durch Phasenanschnittsteuerung, den Aufbau sehr einfacher Blinkschaltungen und auch die Realisation von kontaktlosen Sicherungen und Notschaltungen. Das vorliegende Büchlein beschreibt zunächst die physikalischen Eigenschaften von Thyristoren und geht dann auf übliche Grundschaltungen mit den dafür erforderlichen Ansteuerungen ein. Als gewisses Manko muß erwähnt werden, daß der Autor – und dabei blieb er natürlich dem Buchtitel treu – die heute so verbreiteten Triacs von seinen Betrachtungen ausschloß, so daß zahlreiche Schaltungen wesentlich einfacher realisierbar gewesen wären, wenn man Triacs statt Thyristoren einsetzen würde.

Immerhin enthält das Buch aber einige weniger bekannte Schaltungsvarianten, die sich recht universell und bauelementesparend einsetzen lassen. Fe.

Kfz-Elektronik im Selbstbau

Warn- und Schutzschaltungen, elektronische Zündungen. Von Jan Hendrik Jansen. 3., verbesserte Auflage, 102 Seiten, 70 Abbildungen und 5 Tabellen. RPB-electronic-taschenbuch Nr. 300. Kart. 7,80 DM. Franzis-Verlag, München.
ISBN 3-7723-3003-7

Wenn man von den modernen Automodellen einmal absieht, ist im Auto sehr wenig oder gar keine Elektronik zu finden. Diese Tatsache ist für einen Hobby-Elektroniker betrüblich, wo er doch weiß, wie zuverlässig und einfach mit der Elektronik Aufgaben gelöst werden können, für die bisher komplizierte, empfindliche Mechanik eingesetzt wurde. Also liegt der Gedanke nahe, zum Lötkolben zu greifen und sich selbst einige Schaltungen aufzubauen. Dabei soll aber berücksichtigt werden, daß die Elektronik gerade im Auto ganz extremen Umweltbedingungen ausgesetzt wird und für den funktionssicheren Aufbau einige Erfahrungen notwendig sind.

In dem vorliegenden Buch beschreibt der Autor erprobte Schaltungen für Lade-, Meß- und Versorgungszwecke sowie Drehzahlmesser, die entweder mit ICs oder diskreten Halbleitern ausgelegt sind. Eine besonders sinnvolle Schaltung sei einmal herausgegriffen: Das Anlassen des kalten Motors ist immer problematisch. Das Motoröl ist dickflüssig, der Treibstoff wird schlecht vergast und die Batteriespannung geht bei Betätigung des Anlassers in die Knie; also alles Veränderungen, die das Anspringen des Motors erschweren. Durch eine Schaltung wird nun die Zündspannung in dem beschriebenen Fall angehoben und dadurch eine sichere Zündung gewährleistet.

Das genaue Studium des Buches zeigt, daß die Schaltungen durchdacht sind und auch nur gängige Bauteile verwendet werden. Daher eignet sich das Buch selbst für Laien. Kn.

Neue Bücher

Experimente: Autoelektronik

Grundlagen und Bauvorschläge. Von Norbert Adolph, herausgegeben von Jean Pütz. 1. Auflage, 160 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Kart. 28,– DM. Verlagsgesellschaft Schulfernsehen, Köln.

ISBN-3-8025-1128-X

Das vorliegende Buch ist auf den Selbstbau von elektronischen Schaltungen für das Kraftfahrzeug ausgelegt. Es erklärt dem Leser die Grundlagen des Fachgebiets und fördert damit das Verständnis für die elektrische Anlage im Auto.

Ausführlich wird in dem Buch zunächst das elektrische Bordnetz eines Kraftfahrzeuges beschrieben, denn jede Elektronik im Kraftfahrzeug muß an die Eigenheiten dieses Netzes angepaßt sein. Selbstverständlich sind die Standardleitungsfarben und die normierten Klemmenbezeichnungen so aufgeführt, daß auch ein Laie die richtigen Anschlußklemmen finden kann, um selbstgebaute Elektronik einzubauen.

Nach einer eingehenden Darstellung der Umweltbedingungen für die Elektronik im Kraftfahrzeug werden solide Bauvorschläge gemacht. Dabei werden nicht einfach Schaltpläne und Aufbaubeschreibungen vorgelegt, sondern auch größere Zusammenhänge gezeigt. So wird zum Beispiel der Generatorregler, unterstützt durch zahlreiche Abbildungen in seiner Funktion erklärt. Dann erst wird auf die Schaltung eingegangen, die man jetzt mit Verständnis liest.

Zum problemlosen Nachbau gibt es für jeden Schaltungsvorschlag einen Bausatz mit gedruckter Platine, mit allen aktiven und passiven Bauelementen und meist auch mit Gehäuse: ein Nachweis über entsprechende Bezugsquellen ist selbstverständlich aufgeführt. Von einer einfachen Zusatzwarnleuchte über eine Wisch-Wasch-Automatik bis zur Transistorzündung gibt es alles, was an ausgereifter Anbauelektronik nützlich ist.

Die Schaltungen sind einerseits so interessant und andererseits so ausführlich erklärt, daß sowohl der Fachmann als auch der Bastler Gefallen an dem Buch finden wird. *-U*

Tabellenbuch der Elektronik und der Nachrichtentechnik

Von Wilhelm Benz, Peter Heinks und Lothar Starke. 1. Auflage, 316 Seiten. Kunstst.-Einband 38,– DM. Frankfurter Fachverlag, Frankfurt/M., und Kohl und Noltemeyer Verlag, Dossenheim.

ISBN 3-87234-046-8, 3-88173-014-1

Tabellenbücher sollen Fachwissen auf einen Blick vermitteln; für den weiten Bereich der Elektronik und Nachrichtentechnik fehlte bisher ein solches Werk, das für Aus- und Weiterbildung sowie für die Praxis die notwendigen Informationen kompakt in einem Buch bietet.

Nach jahrelanger gründlicher Vorbereitung liegt dieser Band nun vor. Er ist nicht nur eine Ansammlung von Zahlenwerten, sondern die konzentrierte Darbietung von Basiswissen als Fundament für die rechnerische Durchdringung und Erfassung des fachlichen Stoffes. Behandelt werden in den Kapiteln: Technisches Rechnen, Meßtechnik, Grundschaltungen der Elektronik, Elektroakustik, Hochfrequenztechnik, Antennen- und Blitzschutz, Digitaltechnik, Datenverarbeitung, Steuerungs- und Regelungstechnik, Stromversorgung, Funkentstörung, Bauelemente, Verbindungstechnik, Werkstoffkunde, Zeichnen und Zeichennormen.

Der Benutzer findet also angefangen von den Grundlagen des mathematischen, physikalischen und technischen Wissens über die allgemeine Elektronik und Nachrichtentechnik, nahezu alle Spezialthemen.

Bei der Herstellung dieses Buches hat man sich viele Gedanken gemacht; man erreicht z. B. durch zweifarbigen Druck eine übersichtliche Darstellung komplizierter Vorgänge. Auch Branchenfremden mit entsprechender mathematischen Vorbildung dürfte der Einstieg in die Materie gelingen. *-ll.*

Funkschau

Impressum, Fortsetzung von Seite 14

Anzeigen Auslandsvertretungen:
Schweiz: Exportwerbung, Neptunstraße 20, CH-8032 Zürich, Tel.: 01-47 46 90, telex 53 327 – **United Kingdom:** Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1 HF, phone: 01-3 85 77 23, telex: 919 223 almilon – **Japan:** International Media Ltd., 1, Shiba-Kotohiracho, Minatoku, Tokyo, phone: 502-06 56, telex: J 22 633 – **Korea:** International Marketing Corp., C.P.O. Box 6533, Seoul, Korea, phone: 74 75 35 – **USA:** INTA Advertising, Inc., 1560 Broadway, New York, N. Y. 10036, phone: (212) 575-92 92 – California: Elmatex international, P.O. Box 34 607, Los Angeles, Calif. 900 34, Tel. (2 13) 8 21-85 81.

Bezug Auslandsvertretungen:
Belgien: Internationaal Persagentchap PVBA, Karel Govaertsstraat 56–58, Deurne-Antwerpen. – **Dänemark:** Jul, Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87. – **Niederlande:** De Muiderkring N. V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21. – **Österreich:** Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerlingstr. 1. – **Schweiz:** Verlag Thali AG, Hitzkirch (Luzern). – **Frankreich:** Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, F-75010 Paris.

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.
Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.
Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 1979 Franzis-Verlag, München

Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.

Für Bauanleitungen, Schaltungen und Programme in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. Entwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte, Schaltungen und Programme mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten, Programm-Listings usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.

Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.